186
13

~~Kl. g. R.~~

Ržiha

a. hydr.

5012 q
l (1

L

SEPARAT-AUSGABE DES WIENER WELTAUSSTELLUNGS-BERICHTES, GRUPPE XVIII, SECTION 2.

EISENBAHN-
UNTER- UND OBERBAU

VON

FRANZ RŽIHA,

OBER-INGENIEUR, RITTER DES KAISERLICH OESTERREICHISCHEN FRANZ JOSEPH-ORDENS UND DES KOENIGLICH PREUSSISCHEN KRONEN-ORDENS.

DREI BAENDE MIT 293 HOLZSCHNITTEN UND 19 LITH. TAFELN.

ERSTER BAND.

WIEN.
DRUCK UND VERLAG DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.
1876.

G, n. 167

Vorrede.

Als der während der Ausstellung zu Wien 1873 gesammelte, reiche Stoff des gegenwärtigen Berichtes im Frühjahre 1874 gesichtet war und die Bearbeitung desselben vorgenommen werden sollte, hielten mich unerwartete Berufsgeschäfte, denen ich mich nicht zu entziehen vermochte, von diesem Vorhaben zur Gänze ab. Die im vorigen Jahre neuerlich an mich ergangene Einladung, diese Bearbeitung trotz der so vorgeschrittenen Zeit doch noch vorzunehmen, musste mich demnach darüber nachdenken machen, derselben eine Tendenz zu unterlegen, welche ein so spätes Erscheinen noch zu rechtfertigen vermochte.

Ich habe es daher versucht, dem vorliegenden Berichte eine gewisse Stabilität dadurch zu verleihen, dass ich das Programm der historischen Behandlung des Stoffes wählte.

Durch dieses Programm schien mir nämlich die beste Gelegenheit geboten, die Ausstellungsobjecte als Studienobjecte für die Kennzeichnung der historischen Entwickelung unserer Disciplinen und für jene des gegenwärtigen wissenschaftlichen Standes derselben benützen und zugleich den Beweis erbringen zu können, in welch' hohem Maasse die Genossenschaft der Ingenieure auf die Cultur der ganzen Menschheit eingewirkt hat. Auch däuchte mir, dass dieses Programm am besten geeignet sei, den Reichthum und die Intensität, also jene hervorragende Eigenschaften fixiren zu können, durch welche unsere heimische Weltausstellung 1873 zu Wien gerade die Wissenschaft des Eisenbahnbaues so bedeutsam gefördert hat.

Wenn ein Einzelner sich eine so umfangreiche Aufgabe auf kaum bebautem Boden stellt, so ist er wohl zu dem Ersuchen um eine nachsichtige Beurtheilung dieser Arbeit berechtiget, zumal dieselbe schon aus dem Grunde nicht unversucht bleiben durfte, weil es galt, das vaterländische Unternehmen der Gesammtberichterstattung über unsere Weltausstellung auf jenem Gebiete ohne literarische Lücke zu lassen, auf dem wir Oesterreicher, die wir den Semmering erbaut und seine Ueberfahrt errungen haben, bei keiner Gelegenheit fehlen dürfen.

Bei dieser patriotischen Aufgabe wurde ich vor Allem durch Seine Excellenz den Herrn k. k. Handelsminister J. Ritter v. Chlumecky insoferne unterstützt, als mir derselbe die Möglichkeit bot, mich dieser Arbeit ausschliesslich widmen zu können; ferner auch unterstützt durch diejenigen auswärtigen hohen Ministerien, verschiedenen Eisenbahndirectionen und viele Collegen, welche mir mit grosser Bereitwilligkeit maassgebende Erläuterungen der Ausstellungsobjecte haben zukommen lassen.

Dessgleichen fühle ich mich der k. k. Hof- und Staatsdruckerei gegenüber der reichen, mich nirgends, insbesondere auch nicht hinsichtlich der Letternwahl beschränkenden Ausstattung des vorliegenden Druckwerkes in hohem Grade verpflichtet. Endlich muss ich noch dankend erwähnen, dass die Herren Ingenieure Anton Pelnarž und Hanns v. Mulert mir bei der mühsamen und öfter sehr schwierigen Sammlung des Stoffes während der vollen Ausstellungszeit und bei der nachfolgenden Ordnung und Sichtung desselben hervorragende Hilfe geleistet haben, und gilt dies insbesondere vom Herrn Ingenieur Pelnarž, der durch die Anfertigung sämmtlicher Zeichnungen und durch Hilfe bei den Quellenstudien Aussergewöhnliches leistete, ohne bei dieser jahrelangen Arbeit zu ermüden.

Wien, im September 1876.

Franz Ržiha.

Inhalts-Verzeichniss des ersten Bandes.

I. Abschnitt.

Die geschichtliche Entwickelung und der Culturwerth der Eisenbahnen.

Seite

I. Capitel. Der Gang des Welthandels bis zur Zeit der Dampfmaschine . . . 3
II. Capitel. Das Werden der Dampfmaschine und ihre Einführung in die Schifffahrt . . . 11
III. Capitel. Eingriff der Kohlen-, Eisen- und Baumwollindustrie in das Werden der Dampfmaschine . . . 25
§. 1. Die Entstehung der Kohlen- und Eisenindustrie . . . 27
§. 2. Die Entstehung der Baumwollmanufactur . . . 35
IV. Capitel. Das culturelle Motiv des Erscheinens der Eisenbahnen 45
V. „ Die historische Entstehung der Eisenbahnen . . . 50
VI. „ Die Entwickelung und Verbreitung der Eisenbahnen . 62
§. 1. Ausbreitung der Eisenbahnen im Jahrzehnte 1830 bis 1840 . . . 62
§. 2. Fortschritte im Jahrzehnte 1830—1840 . . . 64
§. 3. Sieg über die concurrirenden Principien . . . 68
§. 4. Ausbreitung und Fortschritte im Jahrzehnte 1840 bis 1850 . . . 72
§. 5. Die Semmeringbahn . . . 74
§. 6. Das Eisenbahnnetz der Gegenwart . . . 79
VII. Capitel. Der Bau der Eisenbahnen als specieller Culturfactor . . 86
§. 1. Seine Macht als Arbeitsobject . . . 86
§. 2. Seine Macht als Förderer der Wissenschaft . . . 89
§. 3. Seine Macht auf die Thätigkeit in der Industrie, auf die Bodenrente und auf den Geldmarkt . . . 97
§. 4. Seine civilisatorische Mission . . . 102
VIII. Capitel. Der Eingriff des Bahnverkehres in die Cultur der Menschheit . . . 116
§. 1. Sein Antheil an der Vergrösserung des Wissens . . 117

Seite
§. 2. Sein Antheil an der Ausbreitung des Wissens . . . 119
§. 3. Sein Einfluss auf die Formung der menschlichen Gesellschaft . 130
§. 4. Sein Angriff auf die äusseren Feinde der Menschheit . 131
§. 5. Sein Wirthschaftswerth 133
IX. Capitel. Die Conflicte . 157

II. Abschnitt.

Vorarbeiten.

I. Capitel. Disposition der Schienenwege 161
II. „ Allgemeine Vorerhebungen 188
§. 1. Wirthschaftliche Vorerhebungen 188
§. 2. Geometrische Vorerhebungen 189
§. 3. Geologische Vorerhebungen 190
§. 4. Meteorologische und hydrographische Vorerhebungen 193
III. Capitel. Ausarbeitung der Projecte 195
§. 1. Allgemeine Anordnung des Projectes 196
§. 2. Commercielle Tracirung 197
§. 3. Technische Tracirung 200
§. 4. Normalien . 208

III. Abschnitt.

Erd- und Felsarbeiten.

I. Capitel. Kunstprofile 213
II. „ Arbeitsgeräthe 215
III. „ Grabemaschinen 218
IV. „ Sprengmittel . 222
§. 1. Ihre Vertretung auf der Ausstellung 222
§. 2. Vielfältigkeit der Sprengstoffe 225
§. 3. Werth des Dynamites 226
V. Capitel. Minensprengung 235
§. 1. Minensprengung unter Wasser 235
§. 2. Minensprengung in Steinbrüchen und Bahneinschnitten 240
VI. Capitel. Betriebsanordnung im Erdbaue 244
VII. „ Transportsysteme 255
§. 1. Bedeutung der Transportsysteme 255
§. 2. Locomotiv-Erdtransport 257
§. 3. Bremsberge . 272
§. 4. Seilaufzüge . 277

Seite
§. 5. Seilbahnen . 278
§. 6. Schwebende Bahnen aus starren Schienen 284
VIII. Capitel. Besondere Transportbehelfe 288
IX. „ Kosten der Erdarbeiten 290

IV. Abschnitt.

Aussergewöhnliche Unterbauten.

I. Capitel. Reconstruction des Unterbaues 295
II. „ Dammherstellungen im Wasser 298
III. „ Hölzerner Unterbau im Wasser 326

V. Abschnitt.

Tunnelbau.

I. Capitel. Geschichtliche Entwickelung und wissenschaftlicher Stand der Tunnelbaukunst 329
II. Capitel. Tiefbohrungen 340
III. „ Maschinenbohrung 350
§. 1. Allgemeine Entwickelung des Maschinenbohrens . . 350
§. 2. Vertretung des Maschinenbohrers auf der Ausstellung 352
§. 3. Beschreibung der hauptsächlichsten Bohrmaschinensysteme . 353
§. 4. Die Bohrmaschinengestelle 385
§. 5. Erfahrungen über maschinelle Gesteinsbohrarbeit . . 391
§. 6. Conclusionen 423
IV. Capitel. Zimmerung und Mauerung 425
V. „ Armirte Zimmerung 432
VI. „ Eiserne Baurüstung 439
VII. „ Eiserner definitiver Ausbau 444
VIII. „ Tunnel unter Wasser 446
IX. „ Tunnelprofile 452
X. „ Kosten der Tunnelbauten 454
XI. „ Repräsentation bedeutender Tunnelbauten 456
XII. „ Förderung, Ventilation und Wasserhaltung 462
§. 1. Förderung . 462
§. 2. Ventilation 462
§. 3. Wasserhaltung 467

I. Abschnitt.

Die geschichtliche Entwickelung und der Culturwerth der Eisenbahnen.

Zu den anregendsten Gegenständen, welche die Wiener Weltausstellung aus dem Gebiete des Eisenbahnbaues und der Geschichte der Eisenbahnen brachte, müssen unbedingt diejenigen gezählt werden, welche in der additionellen Ausstellung und in dem Pavillon für Welthandel enthalten waren. Wir fanden daselbst alte, ehrwürdige Tracenausmittlungen und Eisenbahnbaupläne aus Gerstners Zeit neben den hochentwickelten Projectsbehandlungen und Skizzen aus unseren Tagen, wie sie das Arlbergproject des k. k. Handelsministeriums und das v. Lesseps'sche Project einer centralasiatischen Eisenbahn boten; wir fanden nebeneinander ausgestellt die statistischen Nachweisungen aus den ersten Betriebsjahren der Linz-Budweiser Bahn und die ziffermässige Gestaltung der Entwickelung der Eisenbahnen der Erde; wir fanden eine völlige, sich geschichtlich aneinander reihende Originalvertretung der Entwickelung des Oberbaues von den Tagen Gerstners angefangen bis zur Zeit der Bessemerschiene; wir konnten eine Originalweiche der ältesten continentalen Eisenbahn, wie sie die additionelle Ausstellung von der ehemaligen Linz-Budweiser Bahn aus dem Jahre 1828 brachte, in Vergleich stellen mit den auf der Ausstellung vorfindlichen englischen Weichen von heute; wir konnten durch sorgfältig ausgewählte Modelle von Brücken aus dem vorigen Jahrhunderte und aus der heutigen Zeit den Anwuchs der Brückenbaukunst wahrnehmen; und wir fanden endlich in dem der additionellen Ausstellung zugehörigen Texte treffliche Momente

gekennzeichnet, welche der Entwickelung des Eisenbahnwesens überhaupt und des Eisenbahnbaues im Besonderen galten.

Alle diese Schaustücke boten im Vereine mit den Objecten aus der Eisenbahngeschichte der verschiedenen Länder, und im Zusammenhalte mit der fachlichen Gesammtvertretung und der Repräsentation des civilisatorischen Fortschrittes auf der Wiener Weltausstellung eine vehemente Stofffülle zum ernsten Studium über die Entwickelung und die culturelle Bedeutung der Eisenbahnen im Allgemeinen und der Wissenschaft des Eisenbahnbaues im Besonderen.

Und wenn das Streben des Einzelnen, sich darüber klar zu werden, welchen Antheil der erwählte Beruf an dem Culturgebäude hat, das die Menschheit seit ihrem Entstehen errichtet, durch jede Weltausstellung — die ja immer den Charakter einer Culturblüthe der Zeit trägt und in dieser Form ihren ethischen Nutzen entströmen lässt — einen neuen, werthvollen Impuls erhält: so war dies in der Ausstellung zu Wien in unserem Fache ganz besonders und in einem Maasse der Fall, wie solches bei keiner der früheren Weltausstellungen erkenntlich war. Die Ausstellung zu Wien bot demnach gerade für uns Eisenbahningenieure einen expositionellen, bedeutsamen Fortschritt, der sich in der Kennzeichnung des Werthes „der historischen Methode“ für unsere Studien erwies. Diese Methode, entsprungen dem historischen Sinne der Deutschen, hat ja bekanntlich gerade die deutsche Wissenschaft, wie es uns Dr. Döllinger zu München so eingehend in seiner berühmt gewordenen Inaugurationsrede „über die Universitäten von Sonst und Jetzt“ erkenntlich macht und wie wir Ingenieure sie unter Anderem in den Prachtarbeiten der beiden Heidelberger Professoren Arneth und Jolly auf dem Gebiete der Mathematik und der Mechanik schätzen gelernt haben, auf jene Höhe geschwungen, die wir die universale Richtung nennen und deren Früchte wir heute schon in mannigfachen Formen ernten. Nur die Ingenieurwissenschaften entbehren noch im Rahmen der deutschen Literatur der völligen Durchbildung der historischen Methode, und es muss daher jeder Anlass begrüsst werden, sich ihr durch Beiträge widmen zu können; denn die Erfolge, welche die englischen und die französischen Ingenieure bereits aus den Arbeiten von Edward Cresy und von Morandiere ziehen, und welche

wir deutschen Ingenieure schon aus den Aphorismen ernten, wie sie Max Maria von Weber, E. Heusinger von Waldegg, Baumeister und Heinzerling uns geboten haben: diese Erfolge sind zu mächtig und mahnend, als dass wir einen Baustein zur Seite liegen lassen dürfen, der sich eignet für das Gebäude der historischen Methode des Studiums in unserem Fache. Diese Methode gewährt ja allein die zur Uebersicht dem Schüler wie dem Gesellen und dem Meister gleich nöthige, zeitweise Entkleidung vom Detail, den Einblick in die Entwickelung, die Rückschau auf unseren Mitgang in der Cultur und damit die wahre Erkenntniss der Höhe unseres Faches; sie vermehrt demnach durch den Besitz dieser Erkennungsmomente unsere Leistungsfähigkeit.

Und aus diesem Grunde der Werthschätzung der historischen Methode ist der vorliegende Abschnitt und die Tendenz der gegenwärtigen Arbeit überhaupt entstanden.

I. Capitel.

Der Gang des Welthandels bis zur Zeit der Dampfmaschine.

Das belebende Princip aller Cultur ist die räumliche Bewegung der Menschen, ihrer Ideen und der Producte ihrer Arbeit; als die vier Hauptanlässe zu dieser zwischen der Ursache „Denken" und der Wirkung „Civilisation" liegenden Bewegung lassen sich Religion, Wissenschaft, Krieg und Handel bezeichnen.

Unter diesen Veranlassungen ist aber die letztgenannte, „der Handel", die ausgiebigste und nachhaltigste, und hat am meisten beigetragen zu der Schaffung, Durchbildung und zu dem Aufschwunge des Verkehrswesens, also jener Institution, welche die genannte räumliche Bewegung vermittelt. Die Geschichte des Handels, beziehentlich seiner Wege ist also auch die des Verkehrs, und wir vermögen die Mittel dieses Verkehrs erst dann zu würdigen und ihre historische Durchbildung erst dann richtig aufzufassen, wenn wir der Handelsgeschichte einen Blick zuwerfen, wenn wir den Drang studiren, welcher der Institution des Handels, die jene der Production voraussetzt, innewohnt, und wenn wir die Unterlage zu

dem Schlusse gewinnen, dass das Bedürfniss stets jene grossen Erfindungen erzeugt, welche weltgestaltend wirken.

Aus diesem Grunde sei zunächst die folgende Skizze der Bewegung des Welthandels bis zur Zeit der Entstehung der Eisenbahnen vorgeführt.

Wir müssen, um die Geschichte des Handels richtig aufzufassen und seine Verkehrsbedürfnisse von Alters her kennen zu lernen, uns zurückversetzen in jene Anfangszeit der Cultur, welche die Wissenschaft erst in den jüngsten Decennien näher zu erörtern in die Lage gekommen ist, über welche die lichtvollen Untersuchungen von Wollschläger so anziehend sprechen und welche von den Forschern in den Gebieten der alten Sprachen, der Archäologie, der Naturwissenschaften überhaupt und der Geologie insbesondere nunmehr vereint in eine Ferne gerückt wird, nach der die Bauzeit der ägyptischen Pyramiden jung erscheint.

Wir müssen uns zurückversetzen in die älteste Culturzeit von Baktrien, Indien, von China, Mesopotamien und Aegypten, an die Flussgebiete des Oxus und Jaxartes, des Indus und des Ganges, des Hoangho und Jantsekiang, des Euphrat und Tigris und des Nil, um zu beachten, wie die ersten Wege des Welthandels zwischen diesen Gebieten lagen, den Austausch der Cultur hin und her zu wogen gestatteten und wie Babylon als die älteste Sammelstätte des Welthandels im vordersten Zeitraume der Geschichte anzusehen ist.

Der Handelsverkehr dieser alten Culturstaaten untereinander theilte sich schon in Land- und Seeverkehr. Der Landhandel wurde betrieben einerseits aus Baktrien, dem Gebiete der edlen Metalle und der Edelsteine, über den Hindukusch herüber und anderseits aus dem Hochgebirge Asiens herab durch dessen Pässe bis an den Euphrat und von da aus im Westen über die Landenge von Suez nach Aegypten und an die Küsten des heutigen Mittelländischen Meeres; der Seehandel entlang den Küsten von Arabien, Persien und Aegypten, und die alte Geschichte bezeichnet uns die Phönicier als das erste, den maritimen Handel dreier Erdtheile vermittelnde Volk, welches schon die Umfahrt von Afrika gekannt haben soll, und welches die Handelsstädte Sidon (Saida), Tyrus (Sur) und Karthago schuf.

Den Phöniciern folgten die Griechen mit den Emporien Milet, Athen und Korinth und diesen die Macedonier mit dem 332 v. Chr. gegründeten Alexandria als Hauptstapelplatz des Handels.

In der nun folgenden Geschichtsperiode gelangte Rom zur Führerschaft des Welthandels, in der es sich seit Karthagos Fall (146 v. Chr.) auf Massilia im Westen und auf Byzantium im Osten stützte. Mit dem Zerfalle des römischen Reiches und dem Niedergehen der Cultur in Europa sehen wir die Centralstätte des Welthandels wieder im Osten erblühen, und Harun al Raschid hob im 9. Jahrhunderte n. Chr., sicher im Vorbilde von Babylon, die Residenz Bagdad, die sich im Verkehre auf Mossul und Bassora stützte, zur ersten Handelsstadt der Welt.

Ueberblicken wir nun den geschichtlichen Zeitraum von der Blüthe Babylons bis zu jener von Bagdad, so sehen wir, dass das damalige Gebiet des Welthandels begrenzt ist im Osten durch den Ganges, im Westen durch die Säulen des Hercules, im Norden durch die Mündung des Rheines und im Süden durch Bassora, und dass der Welthandel zu jener Zeit entlang einer Achse wirkte, die, etwa im 35. Grade nördlicher Breite liegend, inmitten des Mittelländischen Meeres, dann inmitten des Landes zwischen dem Schwarzen Meere und dem Rothen Meere und inmitten des Landes zwischen der Caspischen See und dem Persischen Golfe sich befand.

Auf dieser Achse, welche bezeichnet werden kann durch die heutigen Punkte Gibraltar, Tunis, Kandia, Cypern, Damascus, Bagdad, Teheran, Herat und Kabul, wirkte der Welthandel, einem Hebelwerke vergleichbar, in den Drehpunkten Babylon, Alexandria und Rom, je nachdem die staatliche Gastaltung im Osten oder Westen culminirte. Der Hebelarm reichte aber in seiner Wesenheit im Osten immer nur bis zum Himalaya, jener im Westen bis zu der Meerenge von Gibraltar. Auch die Wege des Handels jener Zeit bleiben sich durchaus ziemlich gleich. Von China, von der Hochterrasse von Tübet und von der Mongolei zogen sie sich herab nach der Terrasse von Kabul, von da ab auf das Tafelland von Iran, dann herab an den Euphrat und von hier aus durch Kleinasien an den Bosporus, oder an die Küsten am Fusse des Libanon, oder über Suez an den Nordrand von Afrika.

An diesen Punkten begann die Schifffahrt nach den Hafen des Mittelmeeres, und schon zu Zeiten der Phönicier durch Gibraltar herum um die Küste des westlichen Europa.

Ein anderer Landweg kreuzte den soeben genannten; er führte aus Baktrien von den Ufern des Oxus und Jaxartes herüber über den Hindukusch, den wir als die Gebirgsbrücke zwischen den beiden grossen Hochplateaux von Asien bezeichnen können.

Dieser orographische Bau von Asien, einzig in seiner Art auf der ganzen bekannten Erde, ist die Ursache des Kreuzweges im Cultur- und Handelsverkehre der asiatischen Völker.

Diese Engstelle in der Hocherhebung der alten Welt verband schon Baktrien mit Indien und China mit dem babylonischen Reiche, und zu allen geschichtlichen Zeiten die Völker im Osten und Westen und im Norden und Süden Asiens; hier ist die Stelle, wohin Ptolomäus das Centrum seiner Welt verlegte; hier stand die Wiege der Menschheit, hier kam Zoroasters Zendavesta herüber von Balkh aus Norden, hier wurden sie erbaut die buddhistischen Idole, die Topes und Stupas, und ausgegraben die Räume der Troglodytenstadt Bamiyan; hier zogen sie hinauf in die Tatarei die Lehren der Nestorianer und hier schritten sie hinüber nach Norden die Perserkönige und ihnen nach des grossen Alexanders Heere. Wir sehen indess die Wichtigkeit dieser Engstelle von Hochasien, dieses Passes eines ganzen Continentes auch in den späteren Zeitperioden hervortreten und werden sie auf's Neue beachten lernen bei der Kennzeichnung eines der Ausstellungsobjecte zu Wien.

Knüpfen wir an die Zeit des grossen Khalifen wieder an, so finden wir, dass Europa nach dem Zerfalle des römischen Reiches und nach den Wirren der Völkerwanderung sich doch wieder so weit in der Cultur erholt hatte, dass die Centralstätte des Verkehres wieder nach Westen neigte. Als Uebergangsstelle in dieser Wendung lässt sich die Handelsherrschaft Constantinopels kennzeichnen, die kurz vor den Kreuzzügen (1096 bis 1291) erblühte und durch dieselben erstarkte.

Das Ziel Gottfrieds von Bouillon hatte Europa und sein Ritterthum mit dem Luxus des Orientes bekannt gemacht, die Bewegung der Völker wieder in Fluss gebracht, daheim das Bürger-

thum und damit die Basis friedlichen Schaffens, überall also erhöhtes Bedürfniss hervorgerufen und durch alles dies den Handel zwischen Orient und Occident belebt; da fingen denn auch, durch die Uebermacht der Gesittung getrieben, Europas Hafenstädte wieder an zu blühen und Venedig stieg empor aus der Adria.

Die Lagunenstadt überflügelte kraft ihrer örtlichen Lage zum handelsbedürftigen Binnenlande Genua, Pisa und Florenz, wie auch Constantinopel; sie ward zum Drehpunkte des Hebels der Gesittung, den wir Handel nennen, und der eine Hebelarm reichte hinein in das Herz von Europa, der andere durch das Mittelmeer hin bis zum Heiligen Lande, an welchen Endpunkt die Orientalen kamen, um ihre Waaren zur Fortbewegung jenem Hebel zu übergeben. Da fing es denn wieder an sich zu regen in China, in Tübet, Indien, Persien, Arabien und Kleinasien, und die Karavanen zogen hin an die Ostküste des Mittelländischen Meeres, nach Constantinopel, nach Syrien und nach der afrikanischen Küste, und der vereinigte Land- und Seeweg wirkte auf Europa ein vom Süden und vom Osten.

Vorzugsweise aber war es der Landweg, den Venedigs Handel über den Brennerpass nach dem Herzen Deutschlands einschlug; die Wege dieses Handels gingen über Innsbruck und den Fernpass nach Füssen und Kempten; hier theilte sich der Weg links nach Strassburg, Metz und Verdun und gerade aus über Augsburg nach Nürnberg, rechts nach Böhmen, Mähren und Schlesien, da Wien bereits anderweit, entweder herauf an der Donau oder über den Semmering erreicht worden war. Der Knotenpunkt Nürnberg vermittelte zur Linken den Verkehr nach Köln und Amsterdam, geradeaus jenen nach Magdeburg und Hamburg, zur Rechten nach Königsberg, Posen und Danzig.

Aber auch im Osten Europas gedieh der Handel. Schon vor der Ueberflügelung durch Venedig hatte Constantinopel seine Herrschaft in das Schwarze Meer erstreckt und dem Handelswege aus Indien eine Richtung gegeben, in welcher der Wettlauf mit „Venetia" begann. Dieser Weg führte vom Ganges hinauf über das heutige Djellalabad wieder auf die Terrasse von Kabul und entlang der alten Perserstrasse über den Hindukusch nach Balkh und an den Oxus, von da an das Caspische Meer, über dasselbe an die Mündung der Wolga, in dieser hinauf bis in die Gegend des heutigen Sarepta,

von hier zu Lande herüber nach dem Don und diesen wieder herab bis Asow, dem alten Tanais der Griechen und Tana der Genuesen, woselbst die Schiffe aus Constantinopel der Waaren harrten. Also wieder den Bamiyanpass entlang gingen die Karavanen aus Indien, Turkestan und der Mongolei, und dieser nordwestliche Weg machte der alten südwestlichen Handelsstrasse durch Persien, Arabien und Kleinasien nach der mittelländischen Küste seit dem Erblühen des Christenthums schon um dessentwillen erhebliche Concurrenz, weil die Moslems christlich Gut für vogelfrei erklärten, ein so ausgedehnter Handel also auf dem südlichen Wege sehr gefährdet war. Und dieser mittelasiatische Handelsweg gedieh immer mehr.

Vor allem trug das Vorschreiten der Cultur nach dem Osten Europas und das ausgebildete Flusssystem des heutigen Russlands besonders desshalb dazu bei, weil für den Weg nach Indien das Schwarze Meer und der Caspische See willkommene Unterlagen des Verkehrs boten.

Als nun die Kreuzzüge den orientalischen Handel immer mehr in den Vordergrund stellten und Genua und Venedig denselben durch ihre Concurrenz, diese Arznei der Menschheit, immer mehr hoben, und als die Staatenbildung im Osten unter Wladimir I. (980—1014) und Jaroslaw (1019—1054) an Consistenz gewann, als Kiew durch seine Grossfürsten (1037—1169) Stellung genommen hatte, als 1147 Moskau gegründet worden war: da gewann auch der Weg über den Hindukusch immer mehr an Bedeutung, und wesentlich wurde dieselbe gehoben durch das Auftreten der Hansa, dieses deutschen Städtebundes, dessen Vorläufer schon im X. Jahrhunderte zu Wineta, Mecklenburg und Julin gesucht werden, dessen Anfang Koppmann in die Verbindung Lübecks mit Rostock und Wismar verlegt, dessen Kraftentfaltung 1241 zu Lübeck begann und dessen vier Hauptcontore zu Bergen, Brügge, Nowgorod und London in kurz angebunden, markig deutscher Weise wirkten.

Bergen warf sich auf den Fischhandel; Brügge (auch der Stapelplatz der Venetianer) auf den italienischen Handel, London vertrieb die Baumwolle, und Nowgorod war das Contor für den Handel nach Indien, Persien und China: mit den Unterlagen Moskau und Plesk und mit dem Wasserwege auf der Wolga und durch die Caspi-See.

Dieser Weg von Moskau, Nowgorod und Astrachan nach Buchara und Balkh (der Factorei Genuas) über den Bamiyan-Pass im Hindukusch nach Kabul und herab nach Indien, dieser Weg war ja der Hansa auf's Neue gezeigt worden von dem die Völker aufwirbelnden Mongolen Dschingiskhan (1163—1227), der den Geist seiner Regierung mit der Kriegsfanfare hinausrief in die Welt, dessen Mannen seit Alexander dem Grossen wieder die ersten waren, die in hellen Heereshaufen den Hindukusch passirten, und der 1218 Turkestan plünderte und 1223 die Russen seine Macht bei Mariopul fühlen liess.

Das Hanseatische Wirken wurde unterstützt von dem Orden der Deutschen Ritter, die seit Heinrich Walpot von Bassenheim (1191) der Tapferkeit gedient, seit Hermann von Salza (1210—1239) zu hohen Ehren gelangt und seit dem Landmeister Hermann Balk 1283 nach 53 blutigen Jahren sesshaft geworden waren in Preussen, wo sie seit 1309 zu Marienburg mit dem Schwergewichte der Sitte residirten.

Auch die nächstliegende geschichtliche Zeit war dem Landwege des Handels aus Indien über den Hindukusch nach dem Caspischen Meere in hohem Grade förderlich, da der lahme Timur oder wie wir ihn nennen „Tamerlan“ (1336—1405), der Herrscher über Indien, Mittelasien, Persien, Damask und Syrien, die Stadt „Samarkand“ zu seiner Residenz erkor und sie nebst dem gelehrten Bukhara zum Ziele der Kaufherren aus Nordeuropa machte.

Damit wurde der europa-asiatische Handel sesshaft im Norden der Hochgebirge, welche Indien und Centralasien scheiden, und er wurde immer blühender (dieser Handel), als Iwan III. (1462—1503) endlich der Mongolen Herr geworden war, und der Dichter Sultan Babur (1483—1530) über Indien und Turkestan gebot, den Pass über den Hindukusch beherrschte und zu Kabul am Kreuzungspunkte der zwei asiatischen Völkerstrassen residirte. Und diese Zeit war auch die letzte Zeit der vormaligen Blüthe des indischen Landhandels über den Hindukusch, und aus dieser Zeit (1505) rührt her, was der Timuride Sultan Babur singt von Kabul seiner Residenz:

„Trinket Wein in dem Schlosse zu Kabul,
Und lasst den Becher ungehindert kreisen.“

Der zweite Abschnitt in der Geschichte der Wege des Welthandels beginnt mit der Entdeckung von Amerika und jener des Seeweges nach Ostindien. Zu allen vorhergegangenen Zeiten war das Ziel der im Westen der alten Welt wohnenden Völker das Land Indien gewesen, und die aufstrebende Cultur in Europa hatte diesen Drang nach dem Lande der Schätze und der träumerischen Märchen in dem Aufblühen der Hansa, Genuas und vor Allem Venedigs zu einem so bestimmten Ausdrucke gebracht, dass die an der atlantischen Küste wohnenden Völker Europas das Ziel ihrer Wünsche im Segeln nach Sonnenuntergang zu erreichen suchten. Vorbereitet war dieses Ziel durch den Italiener Gioja, der, wie man annimmt, schon um 1300 den Schiffscompass verbesserte, und durch Martin Behaim (1459—1507), den deutschen Mann aus Nürnberg und den Cartographen, der 1480—1484 in Portugal sein Astrolabium erbaute, und 1484—1485 Westafrika befuhr. Es regte sich unter den kühnen Schiffern, und die Rolle, Amerika zu entdecken, fiel dem Genuesen Christoph Columbus 1492 zu. Das fabelhafte Geflüster über das neu entdeckte Land reizte auch zu Lissabon, und Vasco de Gama umschiffte, segelnd nach Sonnenaufgang, am 20. November 1497 die Südspitze von Afrika und landete am 20. Mai 1498 im Hafen von Kalikut.

West- und Ostindien war für die directe Fahrt entdeckt und Venedig durch den Geist zweier kühner Männer in seinem Marke erschüttert. Die Spanier bemächtigten sich, die Menschenwürde niedertretend in der Gier nach Gold, des neuen Landes im Westen, die Portugiesen hielten Ostindien fest, das Mittelländische Meer sank in seiner Bedeutung für Europa, und zum Wege des Welthandels wurde die alle Continente umspülende See. Es verstummte am Hindukusch die Leier Sultan Baburs und der Welthandel gewann Richtungen, welche von der stärksten Macht zur See geboten wurden.

Wir sehen in der Reihenfolge der Jahre den Handel zwischen Europa einerseits und Asien und Amerika anderseits in den Händen der Portugiesen, der Spanier, der Holländer, der Franzosen und der Engländer. Für den Strich des Welthandels aber, der nun zwischen Amerika und Ostindien sich erdehnte, bewegte sich der Drehpunkt des Hebels von Venedig hin nach Cadix, nach Lissabon und nach Antwerpen, also immer weiter hinauf nach Nordwest an der atlantischen Küste Europas. Nicht die Spanier, auch nicht die

Niederländer, obwohl gehoben seit Philipps falscher Politik, konnten ihn festhalten, diesen Drehpunkt des Welthandels, er drängte gewaltsam hin an das Ufer der Themse, an der grossen Elisabeth stolzes Schloss.

Das gleissende Gold hielt in Mexico vor der Cultur nicht Stand, es war nur Münze, die die Menscheit brauchte, aber kein kräftigendes Culturelement da auf dem Boden der Colonien Spaniens im Westen; die Cultur zog nordwärts in der neuen Welt, und zwischen diesem die Freiheit in seinem Schosse bergenden Nordamerika und dem in der Gesittung vorschreitenden Kerne von Europa fand der Welthandel seine natürliche Stütze auf dem Insellande Britannien. England begriff rasch seine Mission, seine grosse Königin schuf vor Allem eine Flotte, und mit dieser ward Spaniens Seemacht geworfen, Frankreichs Geschwader gedemüthigt und die gleiche Stellung mit Holland erobert. England, einst tief verschuldet bei der Hansa, zielte selbst nach Indien, und der Stiftbrief, der am Sylvestertage des Jahres 1600 an die ostindische Handels-Compagnie ertheilt wurde, war der Taufschein von Englands Grösse; es schickte seine Kaufleute hin nach Indien und diesen nach seine Flotte, und wie die Portugiesen durch die Spanier, diese durch die Niederländer aus Ostindien verdrängt worden waren, so schuf England sich sein Reich am fernen Ganges, nachdem es Frankreich und seinen Genossen, den Sultan von Mysore, hart geschlagen und Holland über Bord geholt. Der Sieg Lord Clives bei Plassey am 23. Juni 1757 festigte das Haus, das England sich in Indien erbaut, und London ward der Drehpunkt des Hebels alles Handels der Welt und der eine Arm dieses Hebels reichte nach Sonnenuntergang hin: bis nach New-York, der andere nach Sonnenaufgang hin: bis Calcutta.

II. Capitel.

Das Werden der Dampfmaschine und ihre Einführung in die Schifffahrt.

So nähern wir uns der Zeit unseres Jahrhundertes und können den Beginn eines dritten Abschnittes in der Geschichte des Welt-

handels durch das Auftreten der Dampfkraft im Verkehre der Menschen bezeichnen.

Wir haben gesehen, dass zu dieser Zeit im Handelsverkehre der Welt die Schifffahrt dominirte und dass England vermöge seiner riesigen Seemacht und vermöge seiner örtlichen Lage zu den am meisten cultivirten Ländern Europas, die einem Haupteingangsthore zu diesem Continente zu vergleichen ist, den Seehandel beherrschte.

Grossbritannien aber, consolidirt nach inneren Stürmen, gekräftigt durch seine Staatswirthschaft und Politik und gehoben durch die Wirthschaftslehre seines unsterblichen Sohnes Adam Smith (1723—1790), war nicht allein der Herr der See, sondern spielte auch in der Umwälzung, welche die Dampfkraft auf allen Gebieten des socialen Lebens hervorzurufen begann, die Hauptrolle, da es in den praktischen Köpfen seiner Nation den seit dem Cambridger Newton (1643—1727) mathematisch gestählten, geistigen Factor besass, welcher in dem Streben nach Umsetzung seines intellectuellen Werthes in materielle Arbeit über die starke und Ausschlag gebende Unterlage des vereinten Vorkommens von Kohle und Eisen verfügte.

Deutschland noch im Schlummer liegend und sich stärkend für kommende grosse geistige und leibliche Actionen, obschon verrathend die Kraft seines Kopfes durch die grosse Philosophenschule, die an Leibnitz (1646—1716) und Ch. Wolf (1679—1754) anknüpfend, durch den grossen Kant (1724—1804), durch Herder (1744—1809), Fichte (1762—1814), Hegel (1770—1831), Schelling (1775—1854), Herbart (1776—1841), Schleiermacher (1768—1834), und durch Schopenhauer (1788—1838) hereingetragen ward bis in unser Jahrhundert; Deutschland, durchgeistigt durch seinen grossen Staatsmann Freiherrn v. Stein (1757—1831) und gehoben durch seine Dichter, arbeitete zu jener Zeit zu sehr an seiner Constitution und gleich Oesterreich an seiner Abwehr gegen den äusseren Feind, als dass es die aufwachende Culturflamme der Dampfarbeit gleich im Beginne der Gluthserscheinung hätte wesentlich anfachen können.

Ein Aehnliches war — von Italien, begriffen im traurigen Niedergange des Geistes, weil die Priester die Superiorität der Wissen-

schaft, deren Pflege sie einst so gross gemacht, hatten fallen lassen, ernst zu schweigen — mit Frankreich der Fall; dieses grosse Reich, das seit Colbert (1619 — 1683), dem Stifter der Akademien, und durch seine Encyklopädisten, insbesondere aber auf dem technischen Gebiete durch seine grossen Ingenieure, wie wir es im Verlaufe der gegenwärtigen Arbeit mehrmals werden anzuerkennen haben, die Schärfe seines Geistes verrieth; dieses Reich war zur Gänze durch seinen physiologischen Gährungsprocess, den es für die gesammte Menschheit durchzumachen hatte, und durch seine körperlichen Tourniere nach aussen absorbirt, als dass es Musse gehabt hätte, gleich England den Blasebalg zu treten um den Gluthfunken „Dampf" siegreich zu fochen.

Nur ein ebenbürtiger Rival trat mit England zugleich auf den Fechtboden der industriellen Cultur: das junge, aus dem Ocean emporgetauchte, seit Christoforo Columbo in seiner inneren Constitution gänzlich umgefügte und durch die anglo-germanische Race, vermöge der Anerkennung des goldenen Principes „von dem Werthe der Arbeit", durchsinnigte Nordamerika! Dieses Land begriff ebenfalls sofort die Bedeutung des Culturfunkens „Dampf", denn es besass, wie England, nicht nur die Arbeitsbasis „Kohle und Eisen", sondern auch jene der Baumwolle direct, verfügte aber auch über noch schwieligere Hände, über den Geist der „Selfmans" und über die ungeheuere Triebkraft der culturellen Nothwehr. Seine Culturexistenz, zu Ende des vorhergegangenen Jahrhunderts noch vollkommen geknüpft an Europa und eigentlich frei geworden erst im Jahre 1783, lag einmal in der Nothwendigkeit, die Zeitdistanz nach Europa zu verkürzen, und zum andernmale in dem bedingten Ersatze der mangelnden Menschenhände durch die maschinelle Arbeit. —

Es leuchtet uns wohl schon nach diesem kurzen Ueberblicke ein, dass zur Zeit eines motivirten Erscheinens der Dampfmaschine der Tenor auf dem Streben lag, unter den Verkehrsmitteln die Schifffahrt damit zu vervollkommnen, und dass die culturelle Lage und die Seelage von England und Nordamerika vorzugsweise diese Länder zwangen, um die Siegespalme zu streiten. Und in der That, die Geschichte erweist diese Nothwendigkeit, wie sie vormals an die Menschheit herantrat, vollkommen; das Bedürfniss belebte

den Menschengeist und zwang ihn zum weiteren Aussinnen des einst in geistiger Freiheit entstandenen Ursprungsgedankens.

Ein edler Charakter unserer Zeit, der greise Döllinger zu München, hat in seiner schon erwähnten lichtvollen Schrift den ewig wahren Satz entwickelt: dass es die geistigen Mächte, die Ideen sind, welche die Weltgeschichte beherrschen und gestalten, und dass es zuletzt doch immer die grossen Gedanken, und nicht die Leidenschaften sind, welche die Welt bewegen und in der Geschichte der Menschheit die Entscheidungen herbeiführen. Unsere Generation hat wohl mehr denn irgend eine andere, frühere, die volle Ueberzeugung von der Wahrheit dieser These gewonnen und vermöge der mannigfachsten Forschungen auf dem Gebiete menschlichen Wissens, Könnens und Erlebens, also gebietend über eine Summe von Forschung und Erfahrung aus alter Zeit und aus gegenwärtiger Anschauung sich vollziehender Thatsachen, auch das Recht, diese These, welche ja heute auch die der Staatslenkung ist, auf die grossen Erfindungen der Zeit anzuwenden.

Denn jede Erfindung ist ja nichts Anderes, als die Befolgung des grossen Principes von der Umsetzung der geistigen Arbeit in physische, also desselben Principes, welches der Motor unserer ganzen culturellen Existenz, demnach die Lebensbedingung des Körpers der Menschheit ist, und welches die „Bewegung", die Lebensaction, hervorbringt und in dieser Bedingung der „Bewegung" auf einen der Urbegriffe der Philosophie stösst. In der That sind auch die drei wichtigsten Erfindungen, welche die Cultur der Menschheit stets in ein ganz anderes, vervollkommnetes Gefüge gebracht haben, nämlich die Erfindung des Schiesspulvers, der Buchdruckerkunst und der Dampfarbeit keine plötzlich in die Cultur der Menschheit eingetretenen Elemente, sondern nur der Aufbau anstrengender, geistiger Arbeit, die dem in geistiger Freiheit entstandenen Gedankenblitze weiter folgte. Sowie Constantin Anklitzen, der nachmalige Mönch Barthel Schwarz (zwischen 1370 und 1380), respective der Schwarze Barthel, der Nigromanticus, auf den unser ehrwürdiger Sebastian Münster in seiner „Cosmographia" (1544 — 1614) sehr schlecht zu sprechen ist, seine Vorläufer schon 80 nach Christus in China und später in Julius Africanus (215), in Marcus Grachus (846), in Albert Magnus (1280), in

Roger Bacon (1284) und schon 1085 in den Toledaner Donnerbüchsen gehabt hat und wiederum nur ein Vorläufer des um 300 Jahre menschlichen Ringens später erscheinenden schlichten Freiberger Bergmannes Martin Weigel war, der 1613 das Gesteinssprengen mit Pulver in der Grube einführte, also die Gewalt dieses Stoffes friedlichem Culturzwecke endlich dienstbar machte; und sowie Johann Guttenberg (1397—1468), Fust und Schöffer ihre zeitgenössischen Rivalen in Mentelin, Pfister, Han, Janssoon und Anderen und ihre Vorläufer in Vaelbecke und Briton, in der Zunft der Briefdrucker, so 1418 schon in Augsburg sesshaft war, und in dem Typendrucke der Chinesen besassen: ebenso ist James Watt nur eines der hervorragendsten Glieder jener Kette, welche durch die Summe unablässiger Umsetzung geistiger Arbeit in physische entstanden ist und die wir die Civilisation der Menschheit nennen.

Der historische Beleg bezüglich jener Vervollkommnung der Schifffahrt, die uns als Ausgangspunkt der vorstehenden Reflexionen gedient hat, ist leicht zu erbringen.

Denn während der Vervollkommnung des Schiffsbaues an und für sich, welche uns schon 1791 durch die Literatur-Zusammenstellung von Ch. Müller und später von dem Hannoveraner Rühlmann so eingehend in Wort und Bild geschildert ist, und welche 1637 zum ersten Dreidecker Englands, zum „Sovereign of the seas“ führte; ferner während der Entstehung des Compasses (1302 von Gioja schon verbessert), der Anwendungen der Physik und jener der immer vollkommener werdenden der Astronomie; endlich während der schon von dem Venetianer Fra Mauro († 1459) entwickelten Ausbildung der Cartographie, jener der Seekunde und jener des Segelwesens: während aller dieser Riesenleistungen auf dem Gebiete der Nautik, welche ja die weltbedeutenden Entdeckungsfahrten von Capo da Mosto (1455—56), Diego Cam (1484—85), Martin Behaim (1484—1506), Columbus (1492—93), Vasco de Gama (1497), Amerigo Vespucci (1497), Cabral (1500), Ponce de Lyon (1512), Balbao (1513), Magelhaens (1519—21) und von Cortez (1519), dann alle die grossen Seekriege ermöglicht hatten, von denen die Geschichte spricht und die die Handelsstaaten Venedig, Genua und die Hansa so gross erhalten, die in England Cromwell (1599—1658) und Nelson und in Hollands Dienst der Seeheld van Tromp de Ruyter

(1652—1673) ausgefochten — während aller dieser friedlichen und Heldenleistungen auf dem Gebiete der Schifffahrt, welche der grosse Colbert schliesslich durch die Gründung seiner Navigationsschulen glorificirte: ging immer, in Consequenz der Philosophie des Unbewussten, ein Gedanke in den einsamen und stillen Studirstuben des europäischen Binnenlandes nebenher, nämlich der „nach einer Benützung des Dampfes als Motor."

Wem wir den grossen Gedankenblitz dieses Strebens zu verdanken haben, ist unerforscht; ehedem schrieb man die älteste Quelle auf den Schüler Ctesibius, des muthmasslichen Erfinders der Feuerspritze: Hero den Aelteren (215 v. Chr.), dessen Ball in der Geschichte der Ausnützung des Dampfes so bahnbrechend wurde. Erst Delcluze (1841) und Andere, und in neuester Zeit (1874) auch Dr. Grothe haben aus den Manuscripten des unsterblichen Meisters und Universalgenies Leonardo da Vinci gefunden, dass Archimedes (287—212) den Dampf schon gekannt und zu untergeordneten Zwecken benützt habe. Nach Hero treten unser Altmeister unter den Ingenieuren M. P. Vitrurius (unter Julius Cäsar), später Seneca und im VI. Jahrhunderte Anthemius von Tralles, der Baumeister Justinian's d. Gr., mit der Kenntniss des Dampfes, aber nur in der Spielerei mit den Aeolipylen auf. Dann kam die lange öde Geisteszeit, in der alles Culturleben erstarb und die Brosamen der Wissenschaft nur in einzelnen Fürstenhöfen, Klöstern und Stuben der Adepten erhalten wurden, welch' letztere schon seit Paläphatos dem Griechen, seit Dschaffar dem Araber und seit Merlin dem Lateiner dem Wirken zusteuerten, das unter dem Namen Alchemie sich später während des ganzen Mittelalters hindurch mit der Erfindung der Jungfernerde, des Steines der Weisen, dem grossen Elixir, dem grossen Magisterium, beziehentlich der rothen Tinktur, befasste, aber schon 1286 die Veranlassung zu der Grabschrift für den Nürnberger Magister Jacob gab:

„was gar ein seltsam man | mit vilen kunsten | und ließ ir keine unversucht" |
„hat lang gealchemaiet | und vil verthan."

Das einstige Wissen Griechenlands, das in den letzten Saiten der sieben Weisen Diogenes, Hermias, Eulalias, Priocian, Damascius, Isidor und Simplicius nachklang, sank dahin, trauerte über

den Untergang von Alexandriens Bücherschatz und klagte gleich dem niederstürzenden Wissen Roms inmitten des Schwertergetümmels der asiatischen Horden über das Abkratzen der Pergamente, der Reste einstiger hoher geistiger Blüthe. Das menschliche Wissen fand in jener düstern Zeit bekanntlich nur mühsamen Halt in dem trivium und quadrivium der Kloster- und Stiftsschulen, die die sieben freien Künste Grammatik, Rhetorik und Dialektik, dann Arithmetik, Geometrie, Astronomie und Musik dürftig lehrten, und wurde vor Carl M. fast nur gepflegt von Theodorich und Justinian M. durch Cassiodorus, Liberius und vornemlich durch Boëthius, dem Märtyrer. Wir wenden uns ab von den Irrgängen der Zeit und können nur Halt gewinnen an den Gestalten Carl d. Gr., an dem Wirken der Khalifen und an den fünf äusseren Anlässen, die sich vom 9. bis zum 14. Jahrhunderte in dem Momente der trotz Allem durchdringenden Wohlthat des Christenthums, dem Momente der instinctiven Sammlung der Trümmer früherer Literatur, jenem des Edelthums der Ritterschaft, dann jenem des sich bildenden Städtewesens und endlich dem schwer wiegenden Momente der Kreuzzüge (1096—1291) kundgaben. Und insbesondere war es das letztere Moment, wie sehr es auch das Knochenmark Europas ergriff, welches durch den Factor Bewegung der Menschheit wohlthätig reagirte. Da trat, zur äussersten Noth gepeinigt, durch Teufelsglaube, Bannfluch, Wunderglaube und Interdict; durch Schwertgerassel, durch Hexenbrand und durch das Elend sondergleichen der Gegensatz: das Edelthum, in Abälard (1079—1142), in Arnold von Brescia (1155) und in Peter Waldus (1170) auf; der Werth des Menschenthums ward durch die 1048, 1118 und 11[illegible]8 gestifteten drei Orden der Johannitter, der Tempelherrn und der Teutschherrn neu gekräftiget; er sättigte sich in dem Principe der Arbeit, so St. Benedictus zur Ordensregel erhoben hatte; er erschien in lichtem Glanze von Albert Magnus (1193—1280), Roger Bacon (1214—1292) und den drei Bettelmönchen Alexander von Wales († 1245), Thomas von Aquino († 1274) und Bonaventura († 1294), so Aristoteles Schule schätzten; und er kam trotz der menschlichen Schandsäule „Inquisition" endlich zum Durchbruche in Wicleff (1324—1387), Huss (1373—1415), Zwingli (1484—1531) und Luther 1483—1546).

Nicht unwesentlich unterstützt durch die Dichtkunst, die zuerst dem geistigen Drucke floh und schon zur Zeit der Kreuzzüge in den Erscheinungen der Troubadours und der Minnesänger und in den Gestalten des Provencalen Bert. de Born und Walters von der Vogelweide aufgetreten war und welche die Glanzesstätten an den Höfen von Toulouse, Provence, Barcelona und Aragon, wie auch zu Wien und auf der Wartburg geschaffen hatte — unterstützt durch diese Dichtkunst brach das menschliche Wissen endlich siegreich wieder hervor, rankte sich auf an den Heroen der Kunst, an Leonardo da Vinci (1452—1519), dem grossen Ingenieur, an Peter Vischer (1460—1529), an Buonarotti (1474—1564) und an Rafael Sanzio (1483—1520), und gelangte nach anderthalb tausend Jahren wieder zur Blüthe an dem Stamme der Mediceer und insbesondere an dem Hause des Lorenzo magnifico (1448—1492) und des Cosimo von Florenz und Toscana (1519—1574).

Und während dieses ganzen unendlich mühsamen und meist blutigen culturellen Wiederaufbaues menschlichen Wissens und der Kunst gelangte auch wieder der Archimedei'sche Gedanke, nach Benützung der Kraft des Dampfes zur Geltung; denn es war ja inmitten der Reformationsarbeit des Menschengeistes nicht verloren gegangen, da ihn die Schule der Alchimisten und der Aerzte, als die fast alleinigen Pfleger der Naturwissenschaften zu jener Zeit der Trübsal in ihren Laboratorien stets vor Augen haben mussten, indem die dampfende Retorte und der bedeckte Tiegel nie kalt gestellt werden konnten von jenen zwei Ständen, welche getragen wurden von der in der Menschheit niemals verloren gegangenen oder unterbrochenen Sucht nach Gold und Lebenskraft und von der niemals unterbrochenen Hinfälligkeit des menschlichen Körpers, die ja auch Veranlassung war, dass im Uebergange aus der classischen Zeit die fünf grossen arabischen Aerzte: die beiden Messue, Razir, Geber und Ebn Sinna erstanden und auch die hohe medicinische Schule von Salerno gezeugt wurde.

In der That tritt uns auch beim Wiedererwachen des menschlichen Geistes das Kochen mit den Aeolipilen wieder entgegen und ist es wieder unser grosser Meister auf dem Gebiete der Technik Leonardo da Vinci (1452—1519), den wir nicht nur mit dem

Projecte einer Dampfkanone, sondern (nach Dr. Grothe) auch mit dem Modelle einer Dampfbarke auftreten sehen.

So fänden wir also in der Geschichte der Dampfarbeit den ersten Anklang zu einer Verbesserung des Verkehrswesens in dem grossen italischen Meister, den wir Ingenieure stets mit Ehrfurcht nennen! Ob dieser grosse Geist geahnt hat, wohin sein Gedankenblitz die Menschheit führen wird?

Dem Leonardo da Vinci folgte 1521 Cisarino mit dem Spiele durch seine Aeolipilen und verschiedene Quellen verzeichnen den 17. Juni 1543 als jenen Tag, an welchem das Streben, die Dampfkraft im Verkehre der Menschen einzuführen, zum ersten Mal zur Geltung gelangt sein soll; denn es soll der Capitän Blasco de Garey vor Karl V. im Hafen von Barcelona mit einer durch Dampf bewegten Barke gefahren sein. Unmöglich kann uns dies nach dem Bisherigen nicht erscheinen, aber wir dürfen uns nicht verhehlen, dass es auch Schriftsteller, obenan Mac Gregor, gibt, welche diese Thatsache bezweifeln.

Gehen wir nun in der Geschichte der Dampfmaschine weiter, so gelangen wir zu Hieronymus Cardan, welcher 1557 Dampfkugeln benützt haben soll und stossen bei dem Jahre 1562 in dem bekannten Bergwerksbuche des Pfarrers Mathesius aus Joachimsthal in Böhmen auf die Notiz, dass man „Wasser mit Feuer und Platten heben könne“. 1567 sprechen Philibert de Lorme und 1569 Jakob Besson von Aeolipilen, und werden 1597 dieselben in Leipzig als Bratenwender gebraucht. 1601—1608 machen G. B. Porta und J. Escrivano Versuche mit Wasserhebung durch Dampfdruck, 1605 construirt Flurançe Rivault eine Dampfkanone; 1615, also zur Zeit, da Martin Weigel in den Freiberger Gruben (1613) das Pulver zum Sprengen gebrauchte, trat Salomon de Caus zu Frankfurt mit neuen Versuchen über Wasserhebung auf und selbst während des Getöses des dreissigjährigen Krieges (1618—1648) fand Pater Laurechon Musse zu seinen „mathematischen Belustigungen mit den Aeolipilen“; 1657 sprechen die Patres Schott und Dobrženski vom Dampf als Motor, und 1663 tritt Worcester mit einer Dampfkanone und wie Einige meinen mit dem Projecte einer Dampfbarke auf; 1681 aber erscheint (nach Leibnitz) Dr. Dionys Papin mit erfolgreichen Studien über Dampf und mit definitiven

Projecten über dessen Benützung als Motor. Diese Ideen mehren sich, wie wir sehen, zu Ende des XVII. Jahrhundertes gewaltig, und immer mehr arbeitet der menschliche Geist an der Erzeugung des bis jetzt grossartigsten Hebelwerkes der Cultur. 1683 erscheint Moreland mit Vorschlägen der Wasserhebung durch Dampfdruck, und 1687 ist Papin, der gelehrte Professor und der Freund von Leibnitz, mit seiner geistigen Arbeit bereits so weit vorgedrungen, dass er das erste Kolbenspiel in den Apparaten gebrauchte, die Aeolipilen zum Falle brachte und von seinem Apparate die drei, darunter zwei immens wichtigen Dinge verspricht:

a) Wasser aus Bergwerken zu heben;
b) Bomben zu werfen und
c) gegen den Wind zu rudern;

also seit und einschliesslich Leonardo da Vinci muthmasslich der vierte Mann, der mit Dampf rudern will.

Dionys Papin aus Blois, der Mann, welcher nach langem Umherirren zwischen 1688 und 1707 auf deutschem Boden zu Marburg an der Universität endlich seine Heimstätte gefunden hatte, der uns durch seine Erfindungen des nach ihm benannten Topfes und des Tellers der Luftpumpe bekannt ist: dieser Mann hob den Gedanken „nach der Dampfarbeit“ aus dem Roste der Jahrhunderte, er machte ihn flügge und übergab der Menschheit den Schatz, an dem wir heute zehren und der nie versiegen wird, so lange wir Wasser sieden können; denn Papin ist der geistige Urheber der Dampfmaschine, die zum ersten Male (11 Jahre nach dem Auftreten von Papin und 84 Jahre nach jenem von Caus) im Grossen ausgeführt wurde von Savery, welcher am 25. Juli 1698 mit einem solchen Apparate Wasser hob. Die Bemühungen, die Mechanik der Dampfapparate zu verbessern, beschäftigten Savery bis 1702 vollauf und führten von 1705 an, wo sich die erste diesfällige Association von Savery, Newcomen und Cawley bildete und durch ein Patent schützte, zu einzelnen grösseren Versuchen für Zwecke der Wasserhebung. Diese Mechanismen wurden dem grossen Leibnitz auf einer Reise in England bekannt, und theilte derselbe die Zeichnungen dem D. Papin mit. Der Letztere verfolgte nun die von ihm angeregte Sache praktisch, denn ihm gebührt (nach Rühlmann) das Verdienst, dass er die erste grössere Fahrt mit

einer Dampfbarke factisch ausführte, indem er am 27. September 1707 auf der Fulda von Cassel nach Hannövrisch-Münden fuhr, um in die Weser und von da nach England gelangen zu können. Diese denkwürdige Wasserfahrt Papins (welche indess neuestens E. Gerland in Zweifel zieht) wurde aber in Münden unterbrochen, indem die dortigen Schiffer das Werk zerstörten.

Der Gedanke nach Benützung der Dampfkraft zu Arbeitsleistungen wurde nun ebenfalls immer hartnäckiger verfolgt und gelangte 1707 Dalesme zu weiteren Vorschlägen, 1712 jedoch die obengenannte Newcomen'sche Association zur Errichtung der ersten stabilen Dampfmaschine für die Wasserhebung bei den Bergwerken Sir Back's zu Wolverhampton.

Mit diesen Thatsachen war der seit Jahrtausenden gepflegte Gedanke nach Benützung des Dampfes als Motor endlich im Anfange des XVIII. Jahrhundertes zu jenem Durchbruche gelangt, welcher nicht mehr aufgehalten werden konnte.

Wenn wir uns nun die Culturlage jener Zeit vorstellen, uns der staatsmännischen Schöpfungen von Richelieu (1585—1642) und Cromwell (1599—1658), und von Mazarin (1602—1661) und Colbert (1619—1683) erinnern; wenn wir erwägen, wie sich in den sechs Pfeilern der exacten Wissenschaften: Copernikus (1473—1543), Cardanus (1501—1576), Tycho de Brahe (1546—1601), John Napier (1550—1617), Galilei (1564—1642) und Keppler (1571—1630) eine neue geistige Welt aufgebaut hatte, der sich später die ewig denkwürdigen Leistungen eines Guericke (1602—1686), Toricelli (1608—1647) und Mariotte († 1684) anschlossen; wenn wir uns vergegenwärtigen, wie im Baue des mittägigen Canales von Frankreich unter Colbert und dem grossen Ingenieur Riquet eine neue Welt der Bautechnik und des Verkehres sich erschloss; wenn wir des ersten wissenschaftlichen Aufschwunges des Bergbaues durch Georg Agricola (1490—1555), Ettenhard (1556), durch Mathesius (1562), Löhneyss (1617) und Schönberg (1693), dann durch die in Schwung kommende Aufnahme des Kohlenbergbaues gedenken: so darf es nicht überraschen, dass die Zeit der Entfaltung der Mathematik und der Naturwissenschaften durch Newton (1643—1727), Linné (1707—1778), Buffon (1707—1788), Lavoisier (1743—1794) und Attwood († 1807);

dass das Jahrhundert der Entwickelung der menschlichen Freiheit und der geistigen Arbeit auf allen Gebieten des Wissens; dass das XVIII. Jahrhundert, aufgeblüht im Binnenverkehre durch seine Strassen- und Canalbauten und hoch entwickelt im Verkehre zur See und im Handel der Welt, dass dieses Jahrhundert nicht abschloss, ohne das Kind „Dampfmotor" zu raschem Wachsthum gebracht zu haben. In der That bemächtiget sich das Streben nach Verbesserung der Schifffahrt, welches seit 1618 durch mannigfache Patente bezüglich maschineller Bewegung ohne Dampf schon gekennzeichnet war, sofort der neuen Sache, und 1736 nimmt Jonathan Hull sein Patent, um die Newcomen'sche atmosphärische Maschine (wie man sie damals nannte) auf die Schifffahrt anzuwenden. 1741—1759 fanden Verbesserungen an der Dampfmaschine durch Geusanne, Payne, Smeaton und Brindley statt, und 1753 wurden in Frankreich die ersten Versuche mit Dampfschiffen vorgenommen.

Um diese Zeit trat der unsterbliche Watt, welcher 1756 zu Glasgow studirte, auf und gelangte 1761—1762 zu Resultaten, die 1763 zu einer Umänderung der Newcomen'schen Maschinen und zu der Theorie der Dampfbildung führten. Von 1768 an, wo Watt und Roebuck die erste Kolbenmaschine für die Zwecke der Wasserhebung in einem Schachte zu Kinneal-House errichteten, mehren sich die classischen Verbesserungen Watts am Apparate, die 1776 zur Einführung der Expansion und 1778 zu jener der Kurbelbewegung führten.

Unterdess war die Newcomen'sche Feuermaschine auch auf dem Continente, und zwar zu Zwecken der Wasserhebung bekannt geworden, und erwähnen wir hier nur der 1722 durch Potter und Weber gemachten Einführung in Ungarn und der im Jahre 1725 durch Fischer von Erlach bewerkstelligten Wasserhebemaschine im Schwarzenbergischen Garten zu Wien.

Auch die Dampfschifffahrt war während des Strebens von Watt, eine brauchbare Maschine überhaupt und vorab gleichgiltig, zu welchen Zwecken herzustellen, nicht aus den Augen gelassen worden, und war es namentlich jetzt Frankreich, welches sich in dieser Beziehung grossen Anstrengungen unterzog. Wir erwähnen hierhergehörig nur der Bemühungen von Auxirion (1774), von Périer (1775)

und namentlich von Claude Joffroy, welcher, mit seinem Unterstützungsgesuche fur die neue Sache von Ludwig XVI abgewiesen, im Jahre 1776 zu Baume les dames auf dem Flusse Doubs Probefahrten unternahm. Von der Zeit der wissenschaftlichen Bearbeitung der Dampfmaschine durch Watt, welche nicht unwesentlich durch die Verbesserungen unterstützt wurde, die Smeaton 1772 einführte, gewann nun die Dampfmaschine eine feste mechanische Gestalt und einen nicht mehr verrückbaren Ausgangspunkt, und ist es insbesondere das Jahr 1783, welches in der Praxis der Dampfmaschine eine grosse Rolle spielt, denn in diesem Jahre wurde, allerdings noch in Newcomen'scher Gestalt, der Dampfbetrieb zum ersten Male in der Baumwollmanufactur und zwar in der Spinnerei des Sir Arkwright zu Manchester eingeführt und zugleich die durch Watt verbesserte Dampfmaschine massgebend der Dampfschifffahrt zugewendet.

1783 fuhr ein Dampfboot auf der Saône, 1787 ein solches von Fitsch adjustirtes auf dem Delaware und 1788 erblickte England sein erstes durch Miller eingeführtes Dampfschiff bei Dalswinton, welcher Constructeur 1789 mit seinem zweiten Schiffe auf dem Clyde-Canale fuhr.

Die Ungunst der kriegerischen Zeit wandte indess die neue, in ihren Folgen unabsehbare Errungenschaft im Verkehre der Menschheit von Europa zunächst wieder ab und pflanzte sie nach Amerika, wo nach dem bekannten Patentstreite zwischen Fitsch und Rumsey, und nachdem man sich an den englischen Fabrikanten Symington, der sich im Baue von Bergwerksmaschinen bereits ebenfalls einen Namen erworben hatte, wandte, 1801—1803 das Schiff Charlotte Dundas erbaut wurde. Nunmehr trat Robert Fulton (geboren 1767 in Pennsylvanien) auf, und gelangte derselbe nach vergeblichen Bemühungen in Europa erst in seinem Vaterlande zur Geltung, indem er am 7. October 1807 theils unter dem Spotte der Zuseher mit dem Schiffe Clermont, welches der Pöbel „Fultons Narrheit“ getauft hatte, auf dem Hudson jenes Verkehrsmittel eröffnete, das Amerika in erster Reihe so rasch entfalten half; denn schon 1812 zählte man dortselbst 50 Dampfer. In Europa wurde dagegen in diesem Jahre der erste für den regelmässigen Verkehr zwischen Helensburg und Glasgow bestimmte

Dampfer „Komet“ angewendet, dem als zweites Schiff die „Elisabeth“ 1813, und als drittes, wieder auf dem Clyde, die „Clyde“ folgte. 1814 stach die Calcedonia in England zuerst in See, welchem Schiffe auch im selben Jahre die „Charlotte“ folgte, und am 15. December 1814 sah London den ersten Dampfer in Cooks „Margery“. 1816 fuhr die „Defiance“ als erster Dampfer auf dem Rheine und im selben Jahre die „Lady af the Lake“ als erstes Dampfschiff auf der Elbe zwischen Hamburg und Cuxhafen. Zur selben Zeit wurden in Oesterreich und zwar im Jahre 1818 die ersten Proben mit Dampfschiffen auf dem Wiener Donaucanal durch Bernhard und St. Leon unternommen.

Und nun trat in Amerika jenes grosse historische Ereigniss im Verkehre der Völker ein, welches wir durch die am 22. April 1818 unternommene erste Seefahrt durch die „Savannah“ von New-York aus über den Ocean zu kennzeichnen haben, und welche bestimmt war, Fultons verlachte Prophezeihung, „dass er das Meer zum Gemeingute aller Nationen machen werde“, endlich zu erfüllen. 1823 zählte England, welches 1815 erst 20 Dampfer besass, deren schon 160; Nordamerika aber deren schon an 300. Im Jahre 1826 fuhr der erste Dampfer aus Europa nach Indien. Dieses englische Schiff führte den Namen „Entreprise“, und in Wahrheit, die Fahrt mit diesem Schiffe war eine „Unternehmung“, welcher grosse culturelle und sociale Umgestaltungen entkeimten, denn wie die „Savannah“ Amerika an Europa näher brachte, so war es auch die „Entreprise“, welche die Entfernung Indiens von England culturell kürzte, welche dem Stiftbriefe der grossen Elisabeth vom Sylvestertage 1600 erst die culturelle Legitimation verlieh, welche die leichtere Erreichbarkeit Indiens manifestirte und welche der einstigen Schöpfung des Cambridgers und des Elisabethinischen königlichen Kaufmannes Gresham (1519—1579) ein unübersehbares Anbaufeld erschloss, ein Feld, das ja jetzt in unseren Tagen seine Krönung durch die Fahrtkürzung nach Indien, via Suez, erfahren hat.

Wie sehr sich aber seit den beiden Weltfahrten der „Savannah“ und der „Entreprise“ die Verkehrsmacht der Dampfschifffahrt ausgebildet hat, wie rasch die Zeit das schwer geborene Vehikel ergriff und wie Grossbritannien und Nordamerika sich die

Superiorität auf diesem Gebiete wahrten, geht aus der folgenden Notiz hervor, welche den Umfang der Handelsmarine der seefahrenden Nationen (Ende 1873) verzeichnet.

Art der Schiffe	Zahl	Tons	allein Britannien		allein Nordamerika	
Dampfer	8.824	3.497.000	4.595	1.826.000	2.000	750.000
Segler	97.758	14.391.000	32.230	5.468.000	16.000	2.100.000
	106.582	17.888.000	36.825	7.294.000	18.000	2.850.000

Diese Notiz erweist, dass gegenwärtig die Zahl und Ladekraft der Dampfer der britischen Flagge schon mehr als die Hälfte aller Handelsdampfschiffe der Welt, die Zahl und Ladekraft der Segler aber etwa ein Drittel der sämmtlichen Segelschiffe der Welt beträgt, England also das entschiedene Uebergewicht in der Handelsmarine besitzt und vermöge der Universalität der Wasserstrasse und seiner Kaufmannsmacht im Handel der Welt herrscht.

III. Capitel.

Eingriff der Kohlen-, Eisen- und Baumwollindustrie in das Werden der Dampfmaschine.

In der Geschichte der menschlichen Arbeit, von der uns Buckle und Lecky so hervorragende Culturbilder entworfen haben und deren Philosophie uns Eduard Balzer so anziehend vorgetragen hat, unterscheiden wir bekanntlich die Zeiten der Sclavenarbeit, der Zunftarbeit und der menschlich freien Arbeit. In den beiden ersten Zeiten erscheint uns die menschliche Arbeit vornehmlich nur als eine Summe, in der letzteren Periode aber vornehmlich als eine Potenz der individuellen Arbeit, und ist die letztere, die Potenz, durch die Einschaltung der immer vervollkommneteren Maschine zwischen Erzeuger und Product entstanden. Die maschinelle Arbeit ist also die freie Arbeit; das heisst die Geschichte der Maschinen ist das Bild der Freiwerdung des Menschenthums von der Beschränktheit der Muskelkraft und der localen Kraft des Win-

des und des Wassers. Diese Freiwerdung konnte nur parallel gehen mit dem Aufbaue des Wissens und der socialen Gestaltung der menschlichen Gesellschaft, da sie geknüpft war an die Erkenntniss, an die Hebefähigkeit und an die Fähigkeit der Umwandlung der Stoffe der Natur, also an den Aufbau der Naturwissenschaften und der angewandten Mathematik, da sie abhängig war von der socialen Ergreifungsmöglichkeit der Stoffe, und da ihr Wachsthum geknüpft war an das Umsichgreifen der technischen Besitznahme dieser Stoffe. Wir erkennen demnach weiters, dass die freie, die maschinelle Arbeit zu ihrer Unterlage auch universell verbreitete und universell nöthige Stoffe gebraucht, und die Analyse der menschlich freien, das heisst der maschinellen Arbeit, oder wie sie modern genannt wird, „der Industrie" führt demgemäss zum Hervortreten gewisser Grundstoffe, auf denen sie aufgebaut ist. Aus diesen vielerlei Grundstoffen scheiden sich aber ganz besonders wieder drei heraus, die als die echten Bausteine unserer materiellen Cultur zu betrachten sind, während die anderen Grundstoffe mehr dem Mörtelmateriale, dem Ziermateriale und dem Schutzmateriale des zu errichtenden Hauses dienen.

Diese drei Grundstoffe, welche die menschliche freie Arbeit, die Industrie zu ihrer Existenz benöthigt, sind die mineralische Kohle, das Eisen und die Baumwolle. Und in der That, wenn wir diese oft so blüthenreich, immer aber bezüglich ihres immensen Werthes lahm umschriebenen Stoffe näher betrachten, so erkennen wir nicht nur die Universalität ihres Vorkommens in der Natur, sondern auch die universelle Benöthigung derselben in unserem Culturleben. Es mussten demnach diese Stoffe mehr als die anderen Grundstoffe cultureller Lebensexistenz auch Gegenstand universeller Besitzergreifung, universeller Verarbeitung, also besonders Gegenstand der vervollkommneten maschinellen Arbeit werden. Und hieraus folgt weiter, dass die Fortschritte der Mechanik, welche ja das Medium bilden durch das die menschlich freie, die universelle Arbeit durchzugehen hat, dass diese Fortschritte auch den Werth dieser Stoffe für die Menschheit immer mehr hervorkehren mussten.

Auf Gegenseitigkeit gegründet musste aber auch die Entwickelung dieser technischen Besitzergreifung der genannten Culturstoffe wieder die Mechanik vervollkommnen, weil ja jeder

Tag, also jedes Zeitmass des menschlichen Fortschreitens den Werth jener Stoffe immer anschaulicher, den ausgedehnten Besitz derselben immer begehrenswerther machte.

Aus diesen Gründen sehen wir also die Nothwendigkeit erstehen, dass die vervollkommnetste maschinelle Arbeit, die Dampfarbeit, welche ja den Charakter der Universalität hat, weil sie die Menschheit von der Beschränkung auf die locale Kraft des Windes und des Wassers befreite und die Muskelkraft in beliebigem, praktischem Masse überbietet; dass diese Gattung maschineller Arbeit sofort in massgebendste Wechselwirkung mit der technischen Erringung, Verwerthung und Verarbeitung der Kohle, des Eisens und der Baumwolle treten musste. Diese Wechselwirkung musste aber umso intensiver sein, als die Existenz der Maschine gerade die vergrösserte und verbilligtere Gewinnung der Kohle und des Eisens bedingte, und als die für die Bekleidung der ganzen Menschheit nach und nach auch zur Bedingung gewordene maschinelle Verarbeitung der Baumwolle wieder abhängig war von der neuen, mächtigen und universellen Kraft des Dampfes.

Und in der That, wenn wir die Geschichte der Industrie verfolgen, so können wir entnehmen, wie die Ausbildung der Dampfmaschine mit der Ausbildung der Kohlen-, Eisen- und Baumwollindustrie gemeinsam vorwärts ging und in diesen Industriezweigen Ansporn, Kraft und Verwendung fand. Verfolgen wir nun zur Erkenntniss dieser Thatsache in Kürze die geschichtliche Entwicklung des Kohlenbergbaues, der Eisenindustrie und der Baumwollenmanufactur bis zur Zeit der Vollendung der Dampfmaschine.

§. 1. Die Entstehung der Kohlen- und Eisenindustrie.

Wir werden im Verlaufe der vorliegenden Arbeit weiter unten bei dem Abschnitte über eiserne Brücken Gelegenheit finden, der historischen Entwickelung des aneinander geketteten Kohlenbergbaues und der Eisenindustrie in einigen Specialien weiter zu gedenken; hier sei nur auf folgende Daten hingewiesen. Die Steinkohlen, welche 853 als in England vorfindlich erwähnt werden, wurden schon in alter Zeit der Schmiedearbeit zugeführt, und ist demnach die Gesellung der beiden Culturstoffe, mineralische Kohle und Eisen,

sehr alt; 1183 wird im Abteibuche zu Boldon schon des Steinkohlenzinses der Hammerschmiede von Warmouth und Sheffield gedacht; im 10. Jahrhunderte tritt die Benützung der Steinkohlen in Zwickau auf; 1193 fand der erste Kohlenbetrieb zu Plenvaux bei Lüttich statt, 1243 jener bei Newcastle, 1291 bei Wallis, 1297 bei Charleroy; 1302 standen Gruben bei Dortmund, 1321 jene von St. Etienne in Frankreich im Betriebe, und 1333 jene bei Aachen; 1420 werden die Zwickauer Gruben als schon sehr bedeutend geschildert, und 1550 waren dort schon sogenannte Kohlenordnungen vorhanden, die in den alten Bergordnungen über den Metallbergbau (z. B. 1185 Trient, 1235 Schemnitz, 1249 Iglau, 1278 Deutschbrod, 1300 Kuttenberg, 1308 Schladming) ihre Vorläufer besassen.

Im Jahre 1460 wird bereits der Kohlengruben bei Mühlheim an der Ruhr, 1466 der sächsischen bei Wettin und 1505 eines grossen Kohlenbrandes in Zwickau gedacht. Im Jahre 1527 war der Kohlenbergbau bei Ibbenbüren nächst Osnabrück, 1529 jener bei Ortweiler im Saarbrückenschen, 1540 der von Plauen bei Dresden und 1560 jener von Radnitz in Böhmen bereits bekannt. 1599 wird schon eines lebhaften Kohlenhandels in Belgien gedacht, und 1603 stossen wir auf die denkwürdige Thatsache, dass zu London in Gemässheit eines parlamentarischen Beschlusses keine Steinkohlen (wegen der schädlichen Dünste) mehr gebrannt werden dürften. Das Stiefkind Steinkohle war in der That zu jener Zeit der Technik der Eisenfabrication, welche ja bis zum 13. Jahrhunderte noch in den Schmiedefeuern ähnlichen, niederen Oefen als Rennarbeit besorgt wurde und von da ab als Arbeit in Stücköfen erschien, noch nicht gewürdiget. Indess hatte die Verwendung der Steinkohle im Schmiedprocesse — welche in England, wie wir gesehen haben, schon von Alters her bekannt war, dort 1239 in Newcastle schon schwunghaft stattfand, im 14. Jahrhunderte in Westphalen und im 16. Jahrhunderte im Saarbrückenschen auftrat — doch allgemach mit dem Gedanken vertraut gemacht, dieses Product des geologisch aufgespeicherten Sonnenscheines auch im Eisenprocesse einzuführen, weil die Holznoth so überhand nahm, dass die nicht mehr entbehrbare, massenhaftere Erzeugung von Eisen schon in Frage gestellt werden musste. Diese culturelle Noth war bahnbrechend, und Dud-Dudley trat 1619 mit dem Projecte

auf, Steinkohlen in höheren Stucköfen, in hohen Oefen zu verwenden. Aber dieser grosse Gedanke, der in seiner späteren Ausspinnung die culturelle Welt in neue Fugen setzte, der der gesammten Lebensexistenz der Menschheit ihre heutige Richtung anwies, und der neben der Erfindung des Pulvers und der Buchdruckerkunst zu jener Zeit als dritte Schraube auftrat, um das materielle Gewicht der Menschheit zu heben: dieser Gedanke — gleichzeitig gefasst mit Martin Weigels, des deutschen Bergmannes Erfindung des Bohrens und Schiessens in der Grube (1613) — und unnennbar gehoben durch des Anhaltiners Daniel Stumpffeld im Jahre 1640 gemachte Erfindung von der Coaksung der Kohle — war noch zu früh gefasst. Seine Zeit war noch nicht gekommen, denn Newcastle petitionirte ja 1654 noch beim Parlamente gegen die Verwendung der Steinkohle, und die praktische Durchführung des Gedankens lag noch in den Wehen des Werdens. Hundert Jahre Zeit waren nöthig, um dieses Werden zu erfüllen; Moreland (1683) und Papin (1687) mussten erst durch ihre geistigen Erfindungen den Werth des Brennstoffes mehr zur Erkenntniss bringen, und Savery-Newcomen und Cawley mussten erst ihre seit 1702 physisch gährende Erfindung der Wasserhebung durch Dampf machen, um den Weg zu zeigen, die Kohle aus beliebiger Teufe verbilliget heben zu können und um den instinctiven Sinn der Menschheit für unablässigen Fortschritt darauf hinzulenken, welche ausgedehnte Anwendung nunmehr dem Eisen in der Gestalt der Maschine bevorstehe. Denn erst 1713 (nach Anderen 1709) gelang es Darby in Colebrookdale den ersten Hochofen mit Coaksbetrieb anzublasen. Dasselbe Colebrookdale, welches in der Geschichte der Technik der Cultur einen so glänzenden Namen besitzt, weil von ihm auch, wie wir weiter unten sehen werden, die ersten Eisenbahnschienen und die erste eiserne Brücke der Welt ausgingen, ist also als die Geburtsstätte des „Eisernen Zeitalters“ zu betrachten, als die Pflanzstätte, aus der Englands Binnengrösse hervorging, als der Ursprungsherd seiner industriellen Einwirkung auf den Continent, auf die ganze culturelle Welt. Kaum war der physische Bann durch die Macht geistiger Arbeit in Colebrookdale gelöst, so verbreitete sich die neue Methode, Eisen zu bereiten, immer mehr und mehr aus, und schon 1750 sehen wir diesen Process in den Hütten Schottlands erstehen.

In dieses Getriebe griff nun die werdende Dampfmaschine ein, und zwar zunächst durch Smeaton (1741—1759), dann durch den unsterblichen Watt, der 1774 mit seiner halb fertigen, 1778 mit seiner vollendeten Maschine erstand, der durch seines rastlosen Geistes Arbeit den Kohlenverbrauch der alten Newcomen'schen athmosphärischen Maschinen von 18 Pfund auf 6 Pfund pro Stunde und pro Pferdekraft herabdrückte und der sich, getragen von dem soeben (1776) erstandenen Geiste des Schotten Adam Smith's (1723 — 1790) als Feldherr an die Spitze der englischen industriellen Revolution stellte, während um dieselbe Zeit (1789) der Zeitgeist in Frankreich in anderer socialer Form sich entfesselte.

Der hier bemerkte Aufbruch der Eisenindustrie durch den Coaksbetrieb, parallel gehend mit der fertig hingestellten Bergwerksmaschine und elektrisirt ebenso durch die Hinstellung der ersten Dampfmaschinen in der Manufactur (1783 in Arkwrigths Spinnerei zu Manchester) wie vornehmlich durch das Werden der Dampfschifffahrt (1783 auf der Saône, 1787 auf dem Delaware und 1788 auf dem Clyde); ein Aufbruch, der bereits getragen wurde von dem wissenschaftlichen Odem, welcher den drei hohen Bergschulen zu Freiberg (1766), Schemnitz (1770) und Paris (1870) entströmte und der angefeuert wurde von den 1776 veröffentlichten Lehren Adam Smiths „Ueber die Ursachen des Nationalreichthums", der gekräftigt ward durch die Erkenntniss der Misserfolge von Colberts Mercantilsystem in Frankreich, und der endlich auch noch gehoben wurde durch das Bedürfniss einer plötzlich aufgetretenen neuen Zeit, die sich in einer grossen Stauhöhe des menschlichen Wissens auf allen Gebieten ebenso charakterisirte, wie durch die politische Umwälzung: dieser Aufbruch der heutigen Eisenindustrie, welch' letztere wir ja gegenwärtig schon in dem Verbrauche des Eisens pro Kopf der Bevölkerung als Culturmassstab benützen, führte ungemein rasch zu grossen Erfolgen. Im Jahre 1450 war ja das Eisen noch theurer, als das Zinn und kostete 75·5 fl. Silber pro Zollcentner; 1750 kostete es nur schon zwischen 11 und $12\frac{1}{2}$ fl.; 1788 war der Werth des Stabeisens in England auch 11 fl. Silber per Zollcentner, 1826 war er schon herabgedrückt auf 5·2 fl. Silber per Zollcentner; 1871 kostete es circa 3·6 fl. Silber.

Während in England 1788 noch 26 Hochöfen mit Holzbetrieb und bereits 60 mit Coaksbetrieb arbeiteten, die zusammen 1·41 Millionen Zollcentner Eisen fabricirten, war 1806 dieser Betrieb bei 229 Hochöfen, wovon nur noch zwei mit Holz betrieben wurden, auf eine Production von 4·96 Millionen Zollcentner gestiegen, und fand später 1826 die gesammte Production Englands von 14·78 Millionen Zollcentner in 305 Hochöfen statt, die ausschliesslich mit Coaks betrieben wurden. Dieser von 1713 datirende Aufschwung der Eisenfabrication (1871 erzeugten die Culturstaaten der Welt bereits circa 275 Millionen Zollcentner Roheisen, davon Europa allein 228 Millionen Zollcentner oder 0·86 Zollcentner per Kopf der Bevölkerung) reagirte selbstredend auf den Kohlenbergbau, und zwar nicht nur allein durch den directen Verbrauch der Kohle zur Darstellung des Roheisens (circa 2 Centner per Centner Eisen) und zur Raffinade (circa 1½ Centner per Centner Stabeisen), sondern auch durch die Schaffung von Maschinen an und für sich. Zu dieser Hebung des Kohlenbergbaues gesellten sich schon zu Ende des vorigen Jahrhundertes noch andere fördernde Factoren, wie Kesselfeuerung und Stubenheizung überhaupt, und Speisung der Dampfmaschinenkessel im Besonderen. Diese Hebung der Kohlen- und Eisenindustrie, welche England gemäss seiner Eigenschaft als erste seefahrende Nation und als Hauptlieferstelle der neu entstandenen Maschinen, getreu den Principien Adam Smith's, mit einem Schlage jene Superiorität sicherte, die wir noch heute auf dem Continente fühlen, verpflanzte sich auch bald auf das europäische Festland. Im Jahre 1750 sehen wir das Kohlenbecken von Brassac und Epinac in Angriff genommen, und 1789 erstand Preussens Berg- und Hüttenwesen auf Grund des Probeschmelzens mittelst Coaks zu Malapane in Schlesien, wo zu Gleiwitz Graf Redens Denkmal steht, der unter dem Schirme des weitaus blickenden Geistes Friedrich des Grossen und im Vereine mit dem Minister Freiherr v. Heinitz, den neuen Bergwerksstaat schuf, welcher seitdem an die Stelle der „Sandbüchse des heiligen römischen Reiches" getreten ist. Reden bediente sich des Eingreifens des fiscalischen Berg- und Hüttenwesens. Er schuf, technisch vorgebildet zu Göttingen und am Harze, auf Grund seiner Studienreisen nach England, die ihm die unauslöschlichsten Eindrücke über das dortige Maschinenwesen, den

Kohlenbergbau und Coaksbetrieb verschafft hatten, Eindrücke, welche für die Zukunft der Industrie Preussens ebenso wichtig waren, wie des ehemals westphälischen Oberbergrathes Freiherrn v. Stein Ideen auf staatspolitischem Gebiete: die fiscalischen Gruben und Hütten, nachdem der König Friedrich am 16. Juni 1783 jene Gelder angewiesen hatte, die er am 3. Jänner 1782 bis zum Eintritte „favorabler Zeiten“ noch aushaften liess. 1784 wurde die Bleigrube Friedrich, 1786 die Friedrichshütte geschaffen; mit den Ueberschüssen dieser Werke wurden die Schöpfungen der Königsgrube (1791), der Königin Louisengrube (1798), der Zabrzer Hauptschlüsselstollen (eröffnet 1800), der Gotthelfstollen (eröffnet 1803), der Klodnitzer Canal und auch schon seit 1796 die Königshütte gefördert. Dem Coaks-Probeschmelzen von Malapane (begonnen 11. November 1789) folgte auf Grund von Projecten de dato 20. März 1791, der schon von Reden seit 12 Jahren geplante Aufbau eines Coaksofens, und zwar als erster des Continentes jener durch Bogatsch und Wedding im Jahre 1796 angeblasene Ofen bei Gleiwitz. Die erste Dampfmaschine war aus England nach dem Kupferschieferbaue bei Rothenburg an der Saale geliefert worden; die zweite in Preussen aufgestellte, noch Newcomen'sche Dampfmaschine war jene, welche der Assessor Bückling aus England geholt hatte und welche auf der Friedrichsgrube am 4. April 1788 in Gang gebracht wurde. Der Steinkohlenbergbau in Preussen hob sich indess im vorigen Jahrhunderte trotz alledem nur sehr langsam; er betrug in Tonnen à 3·8 Zollcentner (nach Dr. Huyssen):

In Sachsen	1695 = 31.316 Tonnen	1790 = 54.903 Tonnen
In der Mark	1737 = 116.968 „	1790 = 685.000 „
In Niederschlesien .	1740 = 10.000 „	1790 = 327.921 „
In Ibbenbüren . . .	1747 = 9.643 „	1790 = 24.968 „
In Minden	1770 = 23.883 „	1785 = 20.402 „
In Oberschlesien . .	—	1790 = 41.321 „

Im Jahre 1785 wurden in Preussen (ohne Essen, Broich, Hardenberg, Aachen und Saarbrücken) 640.000 Tonnen = 2,432.000 Zollctr.

im Jahre 1805 (mit Essen und ohne die anderen genannten Reviere) 3,228.320 Tonnen =	12,267.616 Zollctr.
im Jahre 1817 im ganzen Staate 6,815.704 Tonnen =	18,613.453 „
gefördert; im Jahre 1874 betrug die Förderung =	638,773.665 „

Auch die Förderung der Eisenindustrie in Preussen gelang bis in den Anfang unseres Jahrhundertes nur äusserst langsam; 1777 bestand noch ein Verbot, das schlesische Eisen wegen seiner schlechten Beschaffenheit in die übrigen Provinzen des preussischen Staates einzuführen, und 1780 bestanden in Schlesien nur 36 Holzkohlenöfen mit circa 100.000 Ctr. Production; 1823 betrug die Roheisenproduction im ganzen Staate erst 919.486 Zollctr.

1874: 158 Coaksöfen mit	23,833.795 „
und 74 Holzöfen mit	1,410.801 „
gemischter Betrieb: 12 Oefen mit	360.774 „
Summa 244 Oefen mit . . .	25,605.370 Zollctr.

In unserem Vaterlande Oesterreich entwickelte sich der Kohlenbergbau und die Industrie des Coakseisens noch langsamer. Obschon, wie dies die höchst verdienstvollen Zusammenstellungen des k. k. Berghauptmannes F. v. Friese erkennen lassen, die Regierung Prämien für die Einführung des Kohlenbrandes, der Coaksung und des Coakseisenbetriebes aussetzte und vielfach andere, die Sache fördernde Schritte that, so z. B.

1726 behördliche Anfrage, wegen Einführung der neu entdeckten Steinkohlen beim Eisenbetriebe;

1758 Prämie an den Schlossermeister Kühn;

1764 Schurfarbeiten durch Bergmeister Morgenbesser;

1766 Prämienausschreibung von 100 Ducaten auf Einführung der Steinkohlen im Eisenhüttenwesen;

1767 Prämie von Stöber wegen Einführung der Steinkohlen im Heizen der Wohnungen, etc.

konnte die Steinkohle bei Schmiedearbeiten doch erst 1795 (im Banate) allgemeiner eingeführt werden und datiren die Coaksversuche besonders erst seit 1758 durch Perger, 1768 durch Graf Suard und Co. und 1787 durch Rädel. Die ersten Coakse in grösserer Menge erzeugte Maderspach 1795 im Banate, ein Gewerke,

dessen wir weiter unten in der geschichtlichen Vorführung der Entwickelung des eisernen Brückenbaues höchst vortheilhaft zu gedenken haben werden.

Massgebend gefördert konnte bei uns die Kohlen- und Eisenindustrie erst werden, nachdem 1817 die ersten Versuche für Gasbeleuchtung in Wien, 1818 die erste Probefahrt mittelst Dampfschiffes auf dem Wiener Donaucanal und die Einführung der Dampfmaschine im Bergbaue überhaupt (1722 Schemnitz; 1812 durch Graf Buquoy in Böhmen) stattgefunden hatten; denn trotz aller Bemühungen war der Kohlenbergbau (Stein- und Braunkohlen) 1820 erst auf 2,232.199 Wr. Ctr., 1840 auf 8,453.225 Wr. Ctr. (1874 exclusive Ungarn auf 80,123.472 Wr. Ctr. Steinkohle und 103,266.170 Wr.Ctr. Braunkohle) gebracht worden. Die Eisenindustrie Oesterreichs, weltberühmt durch die Qualität, und obschon urkundlich seit 712 als schwunghaft in Eisenerz verzeichnet, hob sich nur ausserordentlich langsam. 1650 sollen die ersten Flossöfen in Hüttenberg, 1760 der erste derartige Ofen in Eisenberg erbaut worden sein; der erste 32 Fuss hohe Holzhohofen wurde 1802 zu Treibach errichtet, 1820 das erste eiserne Cylindergebläse eingeführt, und erst 1828 erprobte der um Oesterreichs Berg- und Hüttenwesen so hoch verdiente Graf Kaspar Sternberg, der berühmte Verfasser der Bergwerksgeschichte Böhmens und der bekannte Schürfer in Kammerbühl zu Eger, auf seinem Eisenwerke Darowa bei Raudnitz in Böhmen den Coaksprocess. Dieser Schmelzprocess wurde jedoch in Wirklichkeit erst 1838 zu Wittkowitz in Mähren innerhalb der österreichischen Marken eingeführt; weitere Coakshochöfen wurden erst 1854 zu Kladno, 1857 zu Blansko, 1861 zu Rossitz, 1870 zu Prävali, 1871 zu Königshof (Beraun), 1872 zu Trzienitz, Leoben, Zeltweg etc. erbaut. Im Jahre 1823 producirte Oesterreich-Ungarn erst 1,253.782 Wr. Ctr. Roheisen (1854: 4,733.197 Ctr.; 1873 Cisleithanien: 6,625.698 Wr. Ctr.).

Auch in Frankreich und Belgien brach sich die Einführung der Coakseisenproduction und die Erweiterung des Kohlenbergbaues zur Zeit der Entstehung der Dampfmaschine nur langsam Bahn, da auch diese Länder arg im Kriege litten und abhängig waren von dem Maschinenmarkte, respective von den Fortschritten im Maschinenbaue Englands.

So haben wir als weitere Marksteine continentaler Entwickelung der Kohlen- und Eisenindustrie am Ende des vorigen und am Anfange unseres Jahrhundertes nur die Gründung von Creuzot (1782), den Angriff der Kohlenbecken von Blancy, Monceau, Lucy, und Aubin (1810—1816) und die Gründung des Etablissements zu Seraing (1821) zu verzeichnen, nachdem diese Inangriffnahme unterdess von einigen wesentlichen Erfindungen unterstützt worden war. Hierher sind z. B. zu rechnen: 1760 die Einführung der Dampfmaschine zu Gebläsen durch Roebuck in Carron; 1796 die Anwendung des ersten Cylindergebläses mit Dampfbetrieb an Stelle des seit 1620 noch üblichen Balggebläses; ferner die Verwendung der um 1773 (nach Delius) schon bekannt gewesenen Wetterräder zur Ventilation in den Gruben und die Einführung der seit Calvör (1763) bekannten Walzwerke durch Henry Corte (1793) und durch Wilkinson in den neueren Hüttenbetrieb; endlich auch die Davy'sche Sicherheitslampe (1815).

§. 2. Die Enstehung der Baumwoll-Manufactur.

Als der dritte unter denjenigen physischen Hebeln, welche das Werden der Dampfmaschine am meisten sachlich förderten, muss noch der Baumwoll-Manufactur (Spinnerei, Weberei, Bleicherei und Druckerei), wie sie am Anfange unseres Jahrhunderts bestand, in Kürze gedacht werden.

Es ist sattsam bekannt, dass die Baumwolle durch die Araber nach Europa verpflanzt wurde, dass der Gebrauch der Baumwollstoffe seit den Kreuzzügen in Europa zunahm, und dass die Baumwolle für diesen Welttheil der bedeutsamste aller Importartikel geworden ist, seitdem das Zunftwesen des Mittelalters an uns vorüber gegangen ist.

Als eine der ältesten Quellen für den Gebrauch der Baumwolle in Europa wird auch wieder das Buch der Abtei zu Boldon vorgeführt, welches 1298 die Anwendung dieses Stoffes zu Lichtdochten verzeichnet. Im 13. Jahrhunderte war Granada, im 14. Venedig, im 16. Flandern und im 17. Jahrhunderte Holland der Hauptmarkt für Baumwolle und ihre Artikel.

Nachdem die Menschheit, wie so vieles Andere, auch die charakteristischen Zeiten der Kleiderordnung überwunden hatte, deren Motive uns ja Johannes Scherr, der unübertroffene Sammler auf dem Gebiete der deutschen Cultur- und Sittengeschichte, so drastisch schildert: gelangte vorerst Amsterdam 1650—1740 und später nach seinem Einflusse auf Indien England in London, Bristol, Glasgow und Liverpool zum Hauptmarkte für den Handel in Baumwolle und in jenen wunderbar feinen indischen, sowie den gewöhnlichen Producten, deren Namen Calicos bekanntlich davon herrührt, dass sie die Portugiesen und Holländer, die Vorläufer der Engländer in Indien, aus Calicut brachten, seit Vasco de Gama das Cap umfahren hatte. Den eigentlichen Wollhandel betreffend, ist noch zu bemerken, dass 1750 Jamaica nach England schon 2000 Ballen lieferte; 1782 bezog dieses Land zumeist aus Cypern und Smyrna bereits 33.285 Ballen (à 300 Pfd.); 1783 soll (nach Beer) die erste indische Wolle dahin geschafft worden sein (?); 1781 kam die erste brasilianische, 1784 die erste nordamerikanische, 1823 die erste egyptische Baumwolle in den Handel. 1701 betrug der englische Import an Baumwolle erst 11.708 Ctr., 1770 schon 47.645 Ctr., 1780 67.666 Ctr., 1800 560.107 Ctr. (1873 verarbeitete England circa 12,430.000 Ctr.).

Der eigentliche Aufschwung der Baumwoll-Manufactur datirt jedoch aus England und obzwar deren Hantirungen schon 1582 durch reisende englische Kaufleute den Asiaten abgelauscht zu werden versucht wurde, und nach Roberts und Fuller (1641 und 1662) diese Manufactur schon um jene Zeit in Manchester sesshaft war, so kam das Aufblühen dieser Industrie aus inneren und äusseren Gründen doch erst, und schliesslich im Geiste Adam Smith's zur Zeit des Entstehens der Dampfmaschine, welche ja den Sinn für maschinelle Arbeit und für Maschinen überhaupt schon durch ihr Entstehen so lebhaft förderten, zum Durchbruche.

Die im Beginne des 17. Jahrhunderts vorhandene Art zu spinnen war noch sehr primitiv, mahnte an die Manipulationen der Hindus, und gestatteten die vorhandenen maschinellen Apparate weder grosse Leistung, noch feine Gespinnste.

Seit der Erfindung des Jürgens'schen Spinnrades (1530) hatte die Spinnerei keine Fortschritte gemacht, obschon die neueren

Untersuchungen gelehrt haben, dass das Universalgenie Leonardo da Vinci, wohl in Anregung des ausgedehnten Seiden-Spinnbetriebes zu Bologna, schon um 1490 die uns hinterlassene und von Dr. Grothe veröffentlichte Zeichnung einer Spinnmaschine entworfen hat; eine Zeichnung, welche geradezu Staunen wegen der grossen Vollkommenheit erregt, und die an die heutigen Kontinuemaschinen mahnt und bereits der differirenden Spindel- und Spulbewegung Rechnung trägt. Wenn man indess bedenkt, dass 1727 selbst die Sorgfalt der englischen Regierung für die Woll-Industrie noch so liebevoll war, dass ihre Aufseher noch die Werkstätten revidirten, Breite und Länge der Tuche massen und kleinlich Alles prüften; dass 1788 unter Georg III. wieder die Wollhandelgesetze Criminalstrafen dictirten und dass in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts noch die Schafwoll-Industrie als eine Lebensbedingung des englischen Binnenvolkes erachtet wurde, weil sie allwöchentlich bei 5000 Ballen Wolle verarbeitete und allein in London 100.000 Menschen und in Dorsetshire, Wiltshire, Gloucestershire, Sommersetshire und Hampshire allein bei 5000 Familien durch Spinnen, Weben, Färben etc. ernährte: so darf es nicht Wunder nehmen, dass jene Erfindungen, welche die Baumwoll-Industrie überhaupt erst schaffen konnten, sehr langsam vorschritten.

Als die erste maschinelle Verbesserung im Webeprocesse haben wir 1738 John Kay's Schnellschütze zu verzeichnen; dagegen blieb die ebenfalls im Jahre 1738 von John Wyatt erdachte Zugmaschine anfänglich gänzlich ohne Beachtung. Erst 1764 trat der arme Standhiller Weber Hargreaves mit jener in stiller Häuslichkeit ersonnenen Maschine auf, mit der ein Spinner zu gleicher Zeit 8 Fäden spinnen konnte; eine Maschine, welche zu einem der Ausgangspunkte der heutigen englischen Grösse wurde und zu einer Culturepoche der Menschheit führte und die, vermöge der durch ingenieuse Verbesserungen gegenwärtig erlangten Fähigkeit, dass ein einzelner Spinner an 2200 Fäden ausspinnen kann: jene Universalität des arbeitenden Individuums mit erzielt hat, welche auch den leiblichen Werth des einzelnen Menschen so ansehnlich multiplicirt. Hargreaves, der sein Geisteskind nach seiner Tochter Jenny nannte und mit diesem Acte: der Kindesliebe ein unsterbliches Denkmal setzte, und der 1767 einen Rivalen in Highs

fand, verbesserte mit L. Paul und später mit Thomas James zu Nottingham 1770 die Maschine schon derart, dass sie auf 100 Spindeln stieg. Hargreaves erfuhr aber den Hass seiner Mitmenschen, die den Broterwerb durch diese maschinelle Erfindung und durch jene anderen beeinträchtigt sahen, welche durch die 1754 entstandene Aufmunterungsgesellschaft gefördert worden waren; Hargreaves musste 1768 nach Nottingham fliehen, wo er 1770 James fand. Alle die bisherigen Erfinder waren indess zu wenig praktischen Erfolgen gelangt. Erst der ehemalige Barbier Arkwright, der schon 1769 mit seiner Spinning-Throstle aufgetreten war, konnte zu Nottingham eine durch Pferdekraft bewegte Spinnerei, später zu Cromford in Derbyshire eine mit Wasserkraft bewegte Spinnerei (die water frame oder Watermaschine) errichten und muss Arkwright demnach als der Mann bezeichnet werden, welcher die Baumwollmanufactur eigentlich in Gang gebracht hat. 1772 erfand Leeds seinen Zuführertisch und 1775 trat Samuel Crompton zu Hall-in-the-wood bei Boldon mit der Vereinigung der bisher gefassten Ideen durch seine Mulejenny auf; eine Maschine, welche jedoch erst 1779 zum erstenmale in Ausführung gelangte, und welche das Grundprincip der heutigen maschinellen Spinnerei schuf. Diese durch Henry Stones in Harwich, dann durch Bury und durch Hargreaves verbesserte Maschine wurde zum erstenmale durch William Kelly zu Lanark und zwar 1790 mit Wasserkraft betrieben. Auch dieser Erfinder, Samuel Crompton, obschon er 1812 eine Nationalbelohnung von 5000 Lv. Sterling erhalten hatte und bereits 1812 an vier bis fünf Millionen Spindeln nach seinem Mulesysteme in Grossbritannien arbeiteten, starb 1827 in Dürftigkeit wie Hargreaves und Hight, und alle diese drei Männer hatten, wie es fast immer der Fall, keinen Lohn für ihre, die Welt umgestaltenden Erfindungen.

Während dieser Zeit war auch der zweite Factor der Baumwollmanufactur: die mechanische Weberei, durch die Verbesserungen in der Woll- und Leinenindustrie schon erheblich gefördert worden. Um 1528 soll schon de Geunes einen Webestuhl erfunden haben, welcher durch Wasser bewegt wurde; 1765 trat Vaucanson in der Fabrik des Mr. Gantside zu Manchester mit seinen mechanischen Webestühlen auf und gab damit wohl die zunächstige

Veranlassung zu den diesfalls hochwichtigen, späteren Erfindungen des Dr. Edmund Cartwright.

Auch die Bleicherei hatte vor dem Eintritte der Dampfmaschine in die Baumwollmanufactur schon erhebliche Verbesserungen erfahren. Der Bleichprocess, welcher in der Mitte des vorigen Jahrhunderts noch 6 bis 8 Monate Zeit verbrauchte, war in dem letzten Viertel des vorigen Jahrhunderts zu erst durch Dr. Home in Edinburgh auf 4 Monate Zeitdauer herabgedrückt worden und 1775 führte Berthollet zuerst die Verwendung des Chlores in der Bleicherei, als „Geschwindbleicherei" ein, nachdem 1774 schon der schwedische Chemiker Scheele die pflanzenzerstörende Eigenschaft des Chlores entdeckt hatte.

Die Druckerei, welche als Handarbeit zuerst in Augsburg in der Baumwollmanufactur, und zwar im Anfange des vorigen Jahrhundertes angewendet worden und zu jener Zeit auch schon in der Schweiz geblüht haben soll, scheint als Cattundruck 1676 in England zuerst durch James Thomson (nach Anderson) eingeführt worden zu sein und soll schon 1690 eine dortige Fabrik zu Richmond bestanden haben, welcher später die zu Bromleyhall in Essex folgte. Die Zölle und Steuern von 1700, 1712 und 1714, dann die Verbote von 1720 warfen das Druckereigeschäft auf die Linnenindustrie, 1736 aber wieder auf die halbbaumwollenen Stoffe, schufen die unechten Calicos, die Blackburntücher, und war es insbesondere die Bedruckung dieser, welche das Druckereigeschäft wesentlich hob. 1764 wurde die Druckerei von Clayton, später jene Peels zu Brooksyde bei Blackburn und von der Familie Peels die Druckereien zu Buxy, Church, Burnley, Salley-Abbey und Foxhillbank gegründet. Durch die Acte von 1774, welche das Verbot, ganz baumwollene Zeuge zu bedrucken, aufhob, wurde ein wesentlicher Aufschwung der ganzen Manufactur erzielt, welcher sich in der weiter unten folgenden Tabelle sofort kennzeichnet. Im Jahre 1785 wurde (nach Baines) die Walzendruckerei, diese Umschwung erregende, grossartige Erfindung, durch den Schotten Bell gemacht, und gelangte dieselbe zuerst in den Fabriken von Livesey, Mosney und Preston zur Ausführung.

Während alle diese Neuerungen in der Baumwollmanufactur (die deren Lebensfähigkeit und Entkeimen genügend erkennen

lassen) in England vor sich gingen, war auch der Continent, so lange es sich um Handarbeit und um Arbeit mittelst Wasserkraft drehte, in der entstehenden Industrie nicht allzuweit hintangeblieben.

In Frankreich, der Schweiz und Deutschland waren 1730 zu Basel, 1746 (durch Köchlin und Schmalzer) zu Mühlhausen und im Jahre 1759 zu Rouen die ersten sogenannten Indienne-Fabriken, und 1784 die erste Spinnerei in der Rheingegend gegründet worden.

Immer aber war England wegen seiner Macht zur See, seiner Handelsbeziehungen und seines Einflusses in Indien, besonders aber wegen der industriellen Schöpfungen in seinem Territorium überhaupt und wegen seines Sinnes für maschinelle Arbeit im Besonderen, wie auch wegen der Erfolge der Lehren seines grossen Nationalökonomen Adam Smith: der Boden, auf dem die heutige Baumwollmanufactur entsprosste und schon vor der Zeit der Dampfmaschine daselbst zu seinem Ansehen und einer Anhoffung auf künftige Entwicklung gelangt, welche sich durch die folgende Tabelle kennzeichnet.

Eingeführte Baumwolle in Pfd.		Werth des Exportes L. Str.	
1697	1,976.359	1697	5.915
1701	1,170.881	1701	28.253
1710	715.008	1710	5.698
1720	1,972.805	1720	16.200
1730	1,545.472	1730	13.524
1740	1,645.031	1741	20.709
1750	2,976.610	1751	45.986
1764	3,870.392	1766	220.759
1770	4,764.589	—	—
1780	6,766.613	1780	335.060
—	—	1787	1,101.457
1790	31,447.605	1790	1,662.369
1800	56,010.732	1800	5,854.057

Wir sehen also, dass schon vor der Zeit der Dampfmaschine als Arbeitsmaschine, also 1780 bereits die Manufactur die

Arkwright so gehoben hatte, auf einer sehr ansehnlichen Höhe stand. In dieses, eben in Gang gekommene Getriebe griff nun die zu Ende des vorigen Jahrhundertes entstandene Dampfmaschine mit der ersten Aufstellung einer solchen (1783) in Arkwrights Spinnerei ein und es bietet ein hohes culturelles Interesse sich daran zu erinnern, dass:

1736	Jonathan Hull seine Schiffsmaschine,	1738	Kay und Wyatt ihre manufacturellen Erfindungen;
1763	Watt die Umänderung der Newcomen'schen Maschine,	1764	Hargreowes seine „Jenny" erfand;
1768	Watt und Roebuck die erste Dampfmaschine für Wasserhebung aufstellten,	1769	Arkwright mit seiner Erfindung auftrat;
1774	Watt seine Maschine lebensfähig gemacht,	1775	Crompton die „Mulejenny" erfunden hatte;
1783	das erste Dampfboot (auf der Saône) fuhr,	1783	die erste Spinnerei mit Dampf zu Manchester betrieben wurde. —

Die Manufactur hatte mit jener Maschine vom Jahre 1783 zu Manchester, die, wie wir schon oben bemerkten, noch eine Newcomen'sche, atmosphärische oder sogenannte Feuermaschine war, die Weihe geistiger Errungenschaft erhalten. Diese Maschine war eines derjenigen Fundamente, auf die England baute, und mit ihr war auch in der Manufactur das Problem der Universalität der Arbeit gelöst. In der That griff nunmehr die Dampfarbeit, die sofort an einen neuen Arbeitsherd gestellt werden konnte, rüstig ein; 1785 lieferten Watt und Boulton die erste Spinnereimaschine an Robinsons zu Papplewick in Nottinghamshire; 1789 erhielt die Dringwater'sche Spinnerei zu Manchester die erste Watt'sche Maschine, 1790 Arkwright seine erste vom Hause Watt und Boulton und 1792 stellte diese Firma die erste Spinnereimaschine zu Glasgow für das Haus Scott und Stevenson auf. Nachdem nun noch in der Zeit maschineller Studien überhaupt, 1779 Snodgras die Klopfmaschine und 1785 Dr. Ed. Cartwright seine epochemachende Erfindung in der mechanischen Weberei zuwege gebracht hatten und nachdem Adam Smiths Lehren zum Durchbruche gelangt waren, stand England, das schon zahlreiche Bergwerks-

maschinen besass, das im Coaksbetriebe bereits florirte und welches schon 1788 bei Dalswinton seinen ersten Dampfer gesehen hatte und dessen Essen in Watts und Boultons Maschinenstätten dampften und alle herbeiwandernden Ingenieure der alten und der neuen Welt begrüssten: da stand England am Neujahrstage 1800 auch in der Manufactur schon völlig gerüstet da für den Culturkampf in unserem grossen, neunzehnten Jahrhunderte des Wissens, des Könnens und des Weiterforschens. Denn 1800 zählte die Manufactur Manschesters schon 32 Dampfmaschinen mit zusammen 430 Pferdekräften, und Leeds deren 20 mit 270 Pferdekräften. Wie mächtig der Dampf im vorletzten Jahrzehnt des verflossenen Jahrhundertes in Englands Manufactur eingegriffen hatte und wie dadurch wieder auch die Maschine als solche gewinnen musste, zeigen uns indirect die beiden folgenden Tabellen.

Jahr	Baumwolleinfuhr, Pfund	Exportwerth in Pfd. Str.
1780	6,766.613	335.060
1781	5,198.778	—
1782	11,828.039	—
1783	9,735.663	—
1784	11,482.083	—
1785	18,400.384	864.710
1786	19,475.020	915.046
1787	23,250.268	1,101.457
1788	20,467.438	1,252.240
1789	32.576.023	1,231.537
1790	31,447.605	1,662.369
1800	56,010.732	5,854.057
1833	—	46,337.000

Auch im Aufschwunge des Städtewesens der englischen Manufactur kennzeichnet sich der Werth der maschinellen Arbeit, zu der die Baumwolle die Veranlassung gegeben hat. Es betrugen die Einwohnerzahlen:

von Liverpool	1770	34.000	1821	119.000
„ Manchester . . .	1770	41.000	1821	133.800
„ Preston	1780	6.000	1825	30.000
„ Glasgow	1780	42.800	1825	147.000
„ Paisley	1782	17.700	1821	40.000

Dieses Aufblühen der Industrie regierte auch auf dem Continente. Wir sehen 1784 die Spinnereien am Rheine, 1799 das Haus Dolfuss-Mieg & Comp. in Mühlhausen, 1796 die Leitenberger'sche Fabrik zu Warnstädtel in Böhmen, 1801 jene zu Pottendorf in Oesterreich, dann die Fabrication in Sachsen, Süddeutschland und in der Schweiz entstehen, und schon 1826 besass die Lombardei 179 Spinnereien mit 27.160 Spindeln, Vorarlberg 11 mit 46.000, Oesterreich unter der Enns 30 Spinnereien mit 224.000 Spindeln. Diese Industrie auf dem Continente wurde indess durch die Dampfmaschine erst spät unterstützt; denn beispielsweise stellte 1815 Reisner in Wien die erste Dampfmaschine für Zwecke der Manufactur (Kappenfabrik) auf. In Oesterreich war auch unterdess die Baumwollmanufactur ganz wesentlich durch die 1797 von Anton Meilinger gemachte Erfindung der Schnellschützen und durch jene von Cultus Spath (1799), betreffend den Doppelwebestuhl, wesentlich gefördert worden.

Ganz anders gestaltete sich das Bild der raschen Verbreitung der Baumwoll-Manufactur in Nordamerika. Im Jahre 1643 spann man vereinzelt dort schon Baumwolle und führte bereits 1747 aus Charleston einige wenige Säcke (7) Wolle aus; jedoch erst vom Jahre 1776 an wandte man diesem Rohstoffe besondere Aufmerksamkeit zu. Im Jahre 1787 erfolgte durch die Brüder Barr die erste Aufmunterung für die neue Industrie; 1787 wurde das erste Modell von Spinnmaschinen durch Th. Somers verfertigt. Im Jahre 1788 wurde durch Anthonie, Dexter & Peck die erste Fabrication in etwas ausgedehnterer Weise eingeleitet; 1790 kamen die „Jennys" in Gebrauch, und zwar durch Samuel Slater, welcher der Vater der amerikanischen Baumwollmanufactur genannt wird und der 1793 in Firma Almy, Brown & Slater die erste amerikanische Spinnerei mit Wasserkraft zu Pawtucket ein-

richtete, 1798 aber in Firma Slater, Green & Wilkinson die zweite Fabrik am Pawtucketflusse erbaute. Amerika begriff rasch den Werth des neuen Rohstoffes, wandte sich der Pflanzung desselben zu und erschien schon 1784 zum Staunen Englands mit acht Ballen selbsterzeugter Wolle zu Liverpool, woselbst man die Sendung bekanntlich beanstandete, weil man an eine Exportfähigkeit Nordamerikas nicht glauben konnte.

Die Ausfuhr aus den Vereinigten Staaten mehrte sich nun ungemein, denn sie betrug:

1791	189.316 Pfd. Baumwolle
1794	1,601.700 „ „
1798	9,460.005 „ „
1800	17,789.803 „ „
1810	93,874.201 „ „
1820	127,860.152 „ „
1830	293,459.202 „ „

Im Jahre 1831 bestanden in Nordamerika schon 795 Spinnereien mit 1,246.503 Spindeln und 57.466 Arbeiter und 801 Weberei mit 33.433 Stühlen, 77,457.316 Pfund Wollverbrauch pro anno und 44.618 Arbeitern.

Die vorstehenden Angaben dürften hinreichen, um darzuthun, wie die Entstehung, Ausbildung und Verbreitung der Dampfmaschine durch das Bedürfniss des Kohlenbergbaues, durch die vermehrte und verbilligtere Eisenerzeugung und durch umfänglichere Verarbeitung der Baumwolle, also durch Industrien, welche zur Zeit der Entstehung der Dampfmaschine bereits in ihren Anfangsstadien sich befanden, gefördert worden ist; und ferner darthun, wie rasch der menschliche Geist dem Aufrufe dieser erwachenden Industrien nach der universellen Kraft des Dampfes Folge geleistet hat, so rasch, dass der Engländer R. Stuart in seiner bekannten

Geschichte der Dampfmaschine vom Jahre 1824 sagen konnte: „Die englischen Siege über Napoleon I. hat die Dampfmaschine geschlagen“.

IV. Capitel.

Das culturelle Motiv des Erscheinens der Eisenbahnen.

Aus dem Bisherigen erhellt, dass die Einführung des Dampfes als bewegende Kraft nicht nur eine sehr schwierige und zeitraubende Arbeit des menschlichen Geistes war, sondern dass die Fortschritte dieses Einführungsprocesses immer parallel liefen dem Culturgange der Menschheit. In der That fällt auch die werkthätige Einführung des Dampfes in das Culturleben (Watt 1774—1778) in jene classische Periode der historischen Zeit, in welcher der Aufstau des menschlichen Wissens, personificirt durch die beiden Geistesheroen Immanuel Kant (1724—1804) und Adam Smith (1723—1790) und ihre Denkerleistungen vom Jahre 1781, beziehentlich 1776: endlich und nach tausendjährigem Ringen jene Druckhöhe erreicht hatte, welche alle selbstgemachte Eindämmung des Menschenthumes entschieden niederwarf und damit 1789 jenen merkwürdigen, plötzlichen und in seinem Werden so schmerzhaften Durchbruch erzeugte, den wir in der Geschichte die französische Revolution zu nennen pflegen, ein Ereigniss, um mit Rotteck zu sprechen, von grösserer weltgeschichtlicher Bedeutung, als die Gründung der alten mittelasiatischen, macedonischen und römischen Weltreiche; ein Ereigniss endlich, das seine Vorläufer in der Materialsammlung bei den Kreuzzügen und in dem Aufschwunge der Reformation besitzt.

Es ist nicht ohne Interesse diesen Aufstau des menschlichen Wissens ersichtlich zu machen, und gibt uns das folgende chronologische (bis auf die neueste Zeit vervollständigte) Verzeichniss der Entstehung der hohen Schulen, welche bekanntlich erst im Mittelalter die Consistenz der heutigen Universitäten annahmen, für den vorliegenden Zweck der Beweisführung eine nicht unwillkommene Gelegenheit.

Gründungsjahre der hohen Schulen, respective Universitäten.

		Alte hohe Schulen.
II.	100	Rom
—	—	Trier
—	—	Salerno
V.	425	Bologna
„	425	Modena
—	—	Toulouse
VII.	630	Cambridge
VIII.	791	Padua
„	791	Paris
„	794	Pavia
IX.	830	Lyon
„	880	Oxford
		Universitäten.
X.	—	—
XI.	—	—
XII.	1150	Salerno
„	1158	Bologna
„	1196	Montpellier
XIII.	1209	Valencia
„	1222	Padua
„	1224	Neapel
„	1246	Piacenza
„	1250	Salamanca
„	1253	(Sorbonne)
„	1290	Lissabon
XIV.	1303	Avignon
„	1307	Perugia
„	1312	Orleans
„	1316	Ferrara
„	1339	Pisa
„	1346	Valladolid
„	1348	Prag
„	1354	Huesca (Span.)
„	1356	Heidelberg
„	1361	Pavia
„	1361	Krakau
„	1365	Wien

XIV.	1365	Genf
„	1387	Siena
„	1388	Köln
„	1392	Erfurt
„	1394	Palermo
„	1398	Angers
XV.	1402	Parma
„	1403	Würzburg
„	1405	Turin
„	1409	Leipzig
„	1412	St. Andrews
„	1413	Cremona
„	1418	Caën
„	1419	Rostock
„	1426	Löwen
„	1432	Poitiers
„	1432	Mantua
„	1438	Florenz
„	1439	Basel
„	1441	Bordeaux
„	1445	Catania
„	1450	Mecheln
„	1450	Trier
„	1454	Glasgow
„	1456	Greifswalde
„	1457	Freiburg
„	1460	Nantes
„	1471	Siguenza
„	1472	Ingolstadt
„	1474	Saragossa
„	1476	Upsala
„	1477	New-Aberdeen
„	1477	Mainz
„	1477	Tübingen
„	1478	Kopenhagen
„	1482	Avila
„	1499	Alcala
XVI.	1502	Wittenberg
„	1504	Sevilla
„	1505	Frankfurt a./O.

XVI.	1519	Toledo
„	1526	Marburg
„	1531	Granada
„	1532	St. Jago d. C.
„	1533	Baeza
„	1540	Macerata
„	1540	Onate
„	1544	Königsberg
„	1548	Messina
„	1549	Ossuna
„	1552	Almagro
„	1558	Jena
„	1565	Estella
„	1565	Mailand
„	1569	Orihuela
„	1570	Wilna
„	1575	Helmstedt
„	1575	Leyden
„	1578	Altorf
„	1578	Evora
„	1580	Oviedo
„	1582	Edinburgh
„	1585	Franeker in Holld.
„	1586	Graz
„	1591	Dublin
„	1596	Barcelona
XVII.	1600	Harderwijk
„	1607	Giessen
„	1614	Gröningen
„	1621	Rinteln
„	1621	Strassburg
„	1623	Salzburg
„	1625	Madrid
„	1628	Abo
„	1632	Dorpat
„	1635	Pesth
„	1636	Linz
„	1636	Utrecht
„	1638	Cambridge in Nordamerika
„	1648	Bamberg
XVII.	1651	Valencien
„	1665	Kiel
„	1666	London
„	1666	Sund in Schwd.
„	1671	Urbino
„	1672	Innsbruck
„	1685	Stuttgart
„	1694	Halle
XVIII.	1701	Newhaven in Nordamerika
„	1702	Breslau
„	1707	Erlangen
„	1710	Girona
„	1711	Fulda
„	1720	Cagliari
„	1734	Göttingen
„	1747	St. Petersburg
„	1751	Nancy
„	1755	Moskau
„	1765	Sassari
„	1777	Bonn
„	1778	Osma
„	1784	Lemberg
XIX.	1800	Landshut
„	1804	Kasan
„	1804	Charkow
„	1810	Berlin
„	1811	Christiania
„	1812	Genua
„	1816	Lüttich
„	1816	Gent
„	1826	München
„	1827	Buenos Ayres
„	1832	Zürich
„	1834	Bern
„	1834	Brüssel
„	1837	Athen
„	1852	Sidney
„	1865	Odessa
„	1875	Czernowitz

Diese Tabelle zeigt uns den bedeutsamen Anwuchs des Stammes des menschlichen Wissens, der in seiner neuen Gestalt aus dem Wurzelwerke von Salerno, Bologna, Padua, Paris, Oxford und Cambridge entspross, und erklärt uns mehr als Worte die Consequenzen dieses Wissens. Denn da die Cultur ihren Motor „Wissen" immer an drei Hebeln wirken lässt, nämlich:

a) an dem der Vervollkommnung des Wissens,

b) an jenem der Ausbreitung des Wissens und

c) an jenem der örtlichen Anwendung des Wissens,

so musste die immer weiter bauende, geistige Arbeit an ihren Pflanzstätten und die Vermehrung dieser Stätten auch zu einer immer intensiveren und zu ihrer, der geistigen Arbeit, immer verbreiteteren Anwendung im Leben führen. Damit gewann das Individuum, gemäss seiner Endaufgabe, nur ein würdigster Theil des Ganzen sein zu sollen und aus diesem Ganzen wieder Rückströmung auf das Ich erzielen zu können, an Universalität des Geistes und bemühte es sich in Consequenz dessen, auch um seine räumliche Verbreitung. An die Person geknüpft, ist die letztere indess nur durch die Verbreitung der Producte der menschlichen, körperlichen Arbeit (die ja immer nur das Resultat eines verbrauchten Theiles des Individuums, respective eine Deplacirung des menschlichen Körpers ist) und durch die Fortbewegung des Menschen (das Reisen) zu anderen Erdstellen ermöglichet, welche Fortbewegung ebenfalls einer Aufzehrung des individuellen Lebens gleichkommt.

Aus dieser Wurzel, welche gerade das Volk deutscher Zunge so gross gemacht hat, weil dieses seinen ersten Wissensdrang in der Fremde, zu Paris, zu Padua und zu Bologna, stillte, und weil es auch im Hansabunde neben dem heimischen Bewusstsein der Städtekraft Nahrung des Wissens auf fremdem Boden fand, demnach durch die nach zwei Seiten hin gewonnenen äusseren Anschauungen das Fundament zu seiner heutigen Universalität und Incommensurabilität legte; aus dieser Wurzel der Bewegung entstammt die Production, der Handel und der menschliche, geistige und materielle Verkehr. Je mehr nun diese körperliche Universalität des Individuums, die unter Anderen in unserem grossen Meister Humboldt so classisch personificirt ist und die

wir Alle mehr oder minder in den geistigen Formen: Ruhm, Ansehen, Geschicklichkeit, Ruf, Anerkennung, Popularität, Erringung von Kundschaft etc. zu erzielen bemüht sind, Platz greifen und dem Vorfluge des Geistes folgen will, desto mehr bedarf es der Zwischenkräfte, die immer nur als Transporteure dienen. Wir sehen also die immer mehr und vollkommener erstrebte Aufnahme der Naturkräfte als solche Zwischenkräfte, als ein stetiges Ziel der Menschheit vor uns und finden darin ebenso den Grund für die Besitzergreifung der Muskelkraft der ehemaligen Sklaven und Leibeigenen, wie der Thiere von heutzutage, der Wasserkraft, der Schwerkraft, der Schwimmkraft, der Kraft der Ausdehnung der Gase, der Elektricität, des Magnetismus etc. — nur mit dem historischen Unterschiede, dass in Masse des Aufschwunges der Cultur die Menschheit zu immer feineren, kräftigeren, weittragenderen, also sogenannt universelleren Mitteln greift, um der in ihren Forderungen immer mehr anwachsenden geistigen und körperlichen Universalität zu genügen.

Es kann hier nicht der Ort sein, dieses Thema weiter zu verfolgen; wir weisen nur auf diese Ursache der Besitzergreifung des „Dampfes" Seitens der Menschheit hin, um durch sie zu erklären, warum die Menschheit bestrebt war, den Dampf zum Betriebe der Productionsmaschine und der Fortbewegungsmaschine auszunützen.

Beide Bestrebungen gingen, wie wir gesehen haben, Hand in Hand und mussten auch zusammen gehen, denn beide entsprangen ja demselben Motive, beide mussten gemeinsame Naturschwierigkeiten überwinden und beide hatten ja den oben genannten gemeinsamen Zweck der individuellen geistigen wie materiellen Ausbreitung, das heisst der Geltendmachung des Einzelnen zum Wohle des Ganzen und zur Reagirung dieses Wohles zurück auf das Individuum.

Und dieses Motiv, welches, entstanden aus dem Lebensgesetze der Menschheit, „der Bewegung", den Durchbruch der geistigen und socialen Freiheit erzeugt hatte, welches immer mehr grosser Naturkräfte als Medium bedurfte und welches in diesem Drange auch die Dampfkraft an sich gerissen und nach jahrtausendlangem geistigen Ringen auch endlich erfasst hatte, dieses Motiv, das die

Menschheit schon dazu getrieben hatte zur See mit Dampf zu fahren, mit Dampf aus dunklem Schachte das Wasser und die Schollenstücke emporzuheben und Spinnspulen auch mit Dampf zu treiben: dasselbe Motiv nöthigte die Menschheit weiter auch einen, sie und ihre körperlichen und geistigen Producte auf der Scholle rascher und umfassender fortschaffenden Mechanismus zu erfinden. Mit anderen Worten, nachdem die Dampfmaschine bereits als Productionsmaschine und als Fortschaffungsmaschine zur See erfasst worden war, musste sie auch noch als Fortschaffungsmaschine entlang dem festen Boden der Erde „als fahrende Dampfmaschine" erstehen!

V. Capitel.

Die historische Entstehung der Eisenbahnen.

Der Drang, die Dampfmaschine im Verkehre auch zu Lande einzuführen, trat sofort auf, als die Kraft des Dampfes völlig erkannt und darum gerungen wurde, die richtige technische Form des Mechanismus aufzufinden, um diese Kraft für die Zwecke des Lebens ausnützen zu können. Schon Savery, der Zeitgenosse Papins, der Mithelfer an Newcomens Leistungen, der Mann, welcher 1702 bis 1705 die geistigen Fundamente schuf, auf die James Watt baute; ferner Dr. Robinson (1759), der materielle Hebel zu der geistigen Kraftäusserung des Glasgower Studenten; dessgleichen auch dieser Letztere, James Watt selber (1784): endlich Simminghton und Murdock (1784—1786) hatten den Gedanken erfasst, eine sich zu Lande fortbewegende und Zugkraft äussernde Dampfmaschine zu erfinden. Und in der Geschichte dieses Auffindungsgedankens bewährt sich wieder einmal der alte Satz von Klopstock, dem Zeitgenossen Watts:

„Wer unruhvollen, hellen Geist hat, scharfen Blick
Und auch viel Glück,
Entdeckt.
Doch wer, um Mitternacht vom Genius geweckt,
Urkraft, Verhalt und Schönheit tief ergründet:
Der nur erfindet."

Denn die Mühe, den Dampfwagen zu erfinden, war wahrhaft gross und zeitraubend. Es handelte sich ja darum, nicht nur den „Mechanismus“ für die Fortbewegung, sondern auch noch das „Geleise“, in dem dieser Mechanismus laufen konnte, also einen Doppelapparat und eine Complication aufzufinden, die von der stabil liegenden Maschine, wohin gewissermassen auch die im Schiffskörper ruhende zu zählen ist, sich wesentlich unterschied, sich höher organisirt, sich als Ueberwinder der rollenden Reibung erwies.

Die ersten Erfinder erfassten den Gedanken in der zunächst liegenden Form, in jener der Apparatgestaltung für den Verkehr auf der rauhen Strasse; sie stürzten sich also in die roheste Form der Bewegungsmechanik und litten unter dieser Formwahl. Der französische Ingenieur Cugnot, welcher schon 1769 vor dem Minister Choiseul in den Pariser Strassen fuhr; Olivier Evans, der geniale Amerikaner, der einen Strassendampfwagen schon 1772 erdachte, schon 1786 einen solchen erbaute, aber erst 1803 mit einem solchen, „Oructer Amphibolis“ getauften, in Philadelphias Strassen fuhr; des Weiteren Richard Trevithick, der ebenfalls 1803 in den Strassen Londons fuhr: alle diese drei Vorläufer in der „Mechanik des Fortschaffens zu Lande“ scheiterten mit ihren factischen Versuchen an dem Verkennen des Wesens der Reibung und an dem Verkennen der Nothwendigkeit der Radleitung. Aber der Gedanke, den, wie wir bemerkten, auch schon Savery vor fast 100 Jahren, den Robinson 1759, Watt 1784 und Simminghton und Murdock 1784—1786 geäussert hatten, war schliesslich doch physisch gestaltet worden; der Geist der Menschheit liess nicht nach im Sinnen und grübelte über dem Wesen der Hindernisse und war schon im Kopfe Evans so sesshaft geworden, dass dieser Ingenieur 1809 seinen Spöttern prophetisch sagen konnte: „Die jetzige Generation will sich mit Canälen begnügen, die nächste wird Eisenbahnen und auf ihnen Pferde vorziehen; aber ihre mehr aufgeklärten Nachkommen werden meinen Dampfwagen als die grösste Vollkommenheit im Verkehre ansehen.“ Denn Evans hatte schon die Einwirkung des Fahrgeleises, das bis dahin schon eine gewisse Ausbildung in den Pferdebahnen der Kohlen- und Eisenwerke erfahren hatte, erkannt und mit Geistes-

schärfe jene ewig denkwürdige Fahrt beurtheilt, die Trevithick und Vivian bereits 1804 auf einem Geleise unternommen hatten. Es handelte sich also, nachdem die Strassenfahrten gescheitert waren, zunächst um das Geleise für das Fahrt, also um die auf dem empirischen Wege erzielte Hinweisung auf die eigentliche Basis der zu schaffenden Fortbewegungsmaschine.

Das glatte, vom steilen Auf- und Niedergange und von diesem Wechsel thunlichst befreite Fahrgeleise, welches schon den Aegyptern, Griechen und Römern bekannt gewesen, dieser Nivelleur der Scholle, diese Nutzanwendung der Aristoteles'schen Sätze und dieses unumstössliche Kriterium jeder Epoche der Cultur, welche letztere ja basirt ist auf die Fortbewegungsfähigkeit der Menschen und ihrer Arbeitsproducte, war untergegangen im Niederfalle der Menschheit. Dieses Fahrgeleises totaler Verlust kennzeichnete sich schliesslich in dem geistigen Verdummungswege, den „Samson und Tetzel“ abklepperten mit ihren Ablasstruhen, diesen wahren Särgen hingestorbener Menschenwürde, und in den mit „Stock und Stein“ verlegten Handelswege, so dem Strauchritter das Recht der „Grundruhr“ wahrte, zur Fristung seiner schlemmenden Existenz. Und wir finden das Fahrgeleise richtig erst wieder bei der reformirten Menschheit, und zwar zuerst in ihrem rüstigsten Arbeitshebel, in dem Bergbaue, der ja nach dem Mittelalter wieder so geehrt wurde, dass einer seiner ältesten Schriftsteller, der Braunschweiger Berghauptmann G. Löhneiss (1617) aus dem Deuteronomium, 8, citirte:

„Bergwerke im lande | ist eine gabe gottes.“

Die beiden ältesten deutschen Bergwerksbücher technischen Inhaltes, das Buch „Agricola“, dessen erste deutsche Uebersetzung von „Philippum Bechium“ schon 1557 zu Basel erschien, und das Ettenhardische Bergwerksbuch vom Jahre 1556, dieses Unicum Oesterreichs, welches v. Friese extrahirt hat: diese beiden Bücher bringen schon Text und sogar Zeichnungen von hölzernen „Geleisen“ („Gestängen“) in Bergwerken. Es bietet sich hier Gelegenheit zu der Notiz, dass die alten römischen Bergwerke keine solchen Geleise hatten, wie dies auch die erhaltenen Baue (z. B. zu Vörös patak) und die überkommenen Angaben über den Bau des

Ableitungsstollens aus dem Lacus fucinus erwiesen; denn die zahlreichen Sklaven tragen die gewonnenen Massen auf schiefen Ebenen und Treppen oder durch die söhligen Stollen zu Tage. Auch sagt Agricola durch seinen Uebersetzer (1557):

Die alten | wie Plinius ſchreibt | haben alles ſo auszgehawen auff der achszlen herauszgetragen. Aber diſe weisz faſt hinausz zetragen | dieweil es viel von großer arbeit bemühet | vnnd viel gelts in die arbeit auszgeben wirt | iſt es von den vnſern veracht vnnd verworfen."

Ja das Ettenhardische Bergbuch (1556) geht noch weiter und spricht, mit Beigabe von Zeichnungen, von 1 Klafter langen „Reibeisen", das heisst von hölzernen Spurbahnen, die in den Kehren (Krümmungen oder „Reiben") mit eisernen Schienen benagelt werden, damit das Holz geschont werde.

Solche „Reibeisen" wurden in den alten Bergbauen in Meissen, am Harze und in Tirol gebraucht und es möchte demnach das Ettenhardische, österreichische Bergbuch als die bis jetzt bekannte älteste Quelle von „Eisenbahnen" bis auf Weiteres zu betrachten sein, ein historischer Fund, wofür wir Eisenbahnleute dem Berghauptmann v. Friese wohl zu Danke verpflichtet sind.

Die hölzernen Spurbahnen wurden, wie man mehrfach liest, zur Zeit der Königin Elisabeth (1533 † 1603) von deutschen Bergleuten nach England gebracht, und werden insbesondere die Gruben von Newcastle upon Tyne genannt, wo Beaumont solche Gestänge 1630 gebrauchte. Im Jahre 1680 wurde zum Verkehre zwischen diesen Gruben und dem Hafen am Tyne eine solche hölzerne Spurbahn errichtet, wodurch die Zugkraft eines Pferdes von 20 Centner (auf dem Landwege) auf 60 Centner gehoben wurde. Diese Neuerung, so unscheinbar sie uns heute erscheint, war aber in jener Zeit schon ein merkenswerthes Unternehmen, weil wir niemals übersehen dürfen, dass der erleichterte Verkehr zu jener Zeit überhaupt erst gewürdiget zu werden anfing. Denn selbst der menschliche Verkehr, geschweige denn jener rohen Güter, unterlag zu jener Zeit noch seinem Werdeprocesse. Es hatte doch erst der Zeitgenosse Luthers Franz Taxis 1516 wieder einen Postverkehr eingerichtet, der seit Cyrus

„Angaren“, seit Alexander d. Gr., seit Cäsar, Hadrian, Julian und Theodosius, welche alle dem Institute der Posten, wenn auch meist nur zu staatlichen Zwecken gehuldigt hatten, bis auf jene Trümmer verloren gegangen war, welche Karl d. Gr. durch seine reitenden Boten, König Philipp August 1206 für die Verbindung mit der hohen Schule zu Paris, 1250 die Hanseaten, 1276 die deutschen Ordensherren, 1409 das Haus der Augsburger Fugger, 1461 Eduard IV. von England und 1464 Ludwig XI. von Frankreich mühsam erhalten hatten; es hatte ja doch der öffentliche Personenverkehr einen Aufschwungsanfang eben erst erfahren, da 1523 in Ungarn, 1588 in den Braunschweiger Landen und 1601 in England das Reisen in Kutschen als den Mann verweichelnd noch verboten ward, die Kutschen erst 1575 in Frankreich und 1646 in Deutschland üblich, der öffentliche Personenverkehr zwischen London und Canterbury erst 1605, zwischen Bremen und Hildesheim erst 1640 und die Miethkutschen (Hackneys) erst 1625 in London, das Fiakerthum in Paris aber erst 1650 durch Sauvage (der im St. Fiacre wohnte) erstanden war; und es hatte doch erst der Strassenbau auf dem Continente, nachdem die im 7. Jahrhunderte theilweise noch gangbaren römischen Strassen, die seit Karl d. Gr. immer schlechter unterhalten wurden, gänzlich verfallen waren, aber erst durch Ludwig XII. (1498—1515) und Ludwig XIII. (1610—1643) seinen Wiedereinzug in die Cultur der Menschheit gehalten: einen Wiedereinzug, welchen wir im Verlaufe dieser Arbeit bei der Geschichte der steinernen Brücken näher kennen lernen werden, und der sich im Osten Europas noch weit später bemerkbar machte, weil erst Karl VI. (1703—1740) die Strassen Wien-Triest, Wien-Linz und Wien-Prag erbaute.

Vordem also, als bei uns in Oesterreich der Strassenverkehr gedieh, förderten Englands Kohlengruben schon ihre Producte auf einem Pferdebahngeleise zum Hafen am Tyne, und es darf dieser culturelle Vorausschritt Englands, welches sich noch 1000 Jahre n. Chr. der römischen Strassen bediente und sein modernes Strassennetz bereits nach dem Gesetze vom Jahre 1285 zu schaffen begann, nicht übersehen werden, in der Beurtheilung seiner Ton angebenden socialen und seiner Entwickelung auf dem Gebiete der menschlichen Arbeit.

Wenden wir uns nun wieder der Betrachtung des Strebens zu, das Fahrgeleise und das auf ihm rollende Fuhrwerk zu verbessern, so stossen wir erst bei dem Jahre 1738 auf die Thatsache, dass der seit 1713 in England in Gang gekommene Coakseisenbetrieb, welcher das Gusseisen schon wesentlich billiger und häufiger gestaltet hatte, sich auch auf die Geleiseverbesserung warf, indem zu Whitehaven die ersten gusseisernen Geleisbeläge angefertigt wurden. Dieselben bewährten sich indess nicht, weil man sich noch der schweren, den Geleisbelag zerbrechenden Kohlenwagen bediente, denn erst 1778 war man darauf verfallen, sich kleinerer, leichterer Wagen zu bedienen. Versuche zu Colebrookdale, welche Wilkinson machte, um gusseiserne Geleisbeläge einzuführen, waren ebenfalls wegen des zu grossen Gewichtes der Wagen misslungen. Erst am 13. November 1767 goss Reynolds zu Colebrookdale brauchbare, 5 Fuss lange, $1^1/_4$ Zoll dicke und $4^1/_2$ Zoll breite Schienenplatten mit convexem Querschnitte und zwar aus Noth, weil die Eisenwerke sonst hätten feiern müssen. Im Jahre 1770 (nach Meissner) fertigte Curr Gussschienen mit aufgerichtetem Spurrande an, und diese auf den Sheffielder Kohlenwerken angewendeten Schienen, anfänglich auf Langbäumen, später freitragend auf Querschwellen genagelt, gaben nicht nur den Ausgangspunkt zu dem heutigen freitragenden Schienensysteme, sondern auch zu der heute noch üblichen Normalspurweite von 1·436 Meter, welche, zufällig gewählt, bei späteren Eisenbahnstrecken immer wieder angenommen wurde. 1789 trat (nach Darnis) M. Jessop mit Steinwürfeln auf, obschon deren erste Anwendung allgemeiner dem Ingenieur der Lawson-Main-Kohlengewerkschaft Mr. Barns für das Jahr 1797 zugeschrieben wird. 1799 wandte Benjamin Outram zum erstenmale fischbauchförmige Schienen auf der Grubenbahn von Little Eaton in Derbyshire an und gab damit das Signal zu den verstärkten freitragenden Schienen, welche sich in dieser Form lange erhielten, aber in der Querschnittsform durch die (schon seit 1789 durch Jessop gemachten Erfahrungen bei der Lougborough-Bahn vorbereiteten) Aenderungen von Penrhyns (1801) und durch die Anwendung von dessen Chairs anders gestaltet und angeordnet wurden. Auch nannte man nach Outram dessen Schienen-

wege Outramways, wovon bekanntlich die heute übliche Kürzung „Tramways“ herrührt.

Im Jahre 1805 nahmen G. Stephenson und W. Losh Patente für die Ueberplattungsanordnung der gusseisernen Schienen in Stühlen, eine Anordnung, welche sich indess wenig bewährte. Mit dieser, später noch durch Losh-Wilson und Bell 1809 veränderten Anordnung schliesst der Fortschritt des Oberbaues mit gusseisernen Schienen in Wesenheit ab, da nunmehr die Anwendung des Schmiedeeisens Aufmerksamkeit erregte, eine Anwendung, welche durch die zwar misslungenen Versuche des Ingenieurs Nixon auf den Walbotte-Gruben eingeleitet und durch dessen Bestrebungen bei den Werksbahnen zu Tindal-Fell in Etwas verbessert wurde, die jedoch auch zu keinem Erfolge führte, weil die hochgestellten schmalen Walzeisen sich ausbogen und in die Radkränze zu schädlich einschnitten. Wir sehen also, dass zu Anfang des Jahrhundertes das Gusseisengeleise mit seinen vielen Stössen und klapprigem Verhalten noch dominirte, denn noch war es nicht gelungen, lange und profilirte Schienen zu walzen, eine Erfindung, welche bekanntlich erst John Berkinshaw im October 1820 zu Bedlington machte und welche das Geleissystem, wie Freiherr v. Weber ganz richtig bemerkt, überhaupt erst aus dem Zustande der Kindheit hob. Aus diesen Notizen ist also erkennbar, dass es zu Anfang unseres Jahrhundertes noch keineswegs gelungen war, ein Bahngeleise herzustellen, dessen festes Gefüge darüber rollenden schweren Lasten eine entsprechende Unterlage, geschweige denn eine solche für Anwendung grosser Geschwindigkeiten geboten hätte.

Robinson (1759), Cugnot (1769), Watt (1784), Evans (1803) und Trevithick (1803) waren also zu ihrer Zeit unwillkürlich dahin gelenkt worden, ihre ersten Bestrebungen der Einführung von Dampfwagen auf den starren Strassenbahnen zuzuwenden. Indess hatte das Einsinken der Maschinen in den Strassengrund, die Unlenksamkeit etc. doch schon durch die ersten Fahrten mit diesen Strassenmaschinen bewiesen, dass die Bewegung des Dampfwagens in einer Spurbahn erfolgen müsse, und bot hierzu wieder die erwünschte Nutzanwendung des Dampfwagens gerade bei den unterdess ausgedehnt zur Anwendung gelangten Kohlen- und Eisen-

werksbahnen Anlass zu weiterem Sinnen. Da stellte sich aber der Mangel an Erfahrung bezüglich der Reibungswiderstände den sofortigen Versuchen, einen Dampfwagen auf Geleisen fortzubewegen, als zweites, aber hier nur vermeintliches Hinderniss entgegen. Man hielt die Schienenbahnen für zu glatt und gab theils wegen dieses Dafürhaltens, theils wegen der Unstabilität des Geleises, theils wegen der Schwere der Maschine fast alle Hoffnung für ein Gelingen der Dampffahrt auf Geleisen auf; denn die ersten, schon oben kurz erwähnten derartigen Versuche, welche die Ingenieure Trevithick und Vivian als Pionniere unseres heutigen wichtigsten Culturhebels 1804 auf der Merthyr-Tiedvill-Bahn in Süd-Wales zur Wegschleppung der mit Roheisen aus den Pen-y-Darrn Works beladenen Wagen gemacht hatten, Versuche, welche die erste Geleislocomotive der staunenden Welt präsentirten und welche den Werdeprocess unserer Locomotivbahnen zeugten, waren keineswegs ermunternd ausgefallen. Da indess die Trivithick'sche Maschine vom Jahre 1804 (trotzdem ihr noch das Blaserohr fehlte) eine Last von 10 Tonnen mit 5 englischen Meilen Geschwindigkeit pro Stunde fortgezogen hatte, so war — wenn Trevithick auch selbst, und besonders weil er die Reibung (4 flache Räder) für zu gering hielt die ganze Sache für verloren gab — doch mit diesen Versuchen der Anlass zu weiteren diesfälligen Unternehmen gegeben. Und während der nun eintretenden höchst schwierigen Periode für die Entwickelung der Erfindung der Eisenbahnen, einer Periode, in welcher die Mehrzahl der englischen Ingenieure die ganze Sache für zwecklos und unausführbar hielten, waren es die Männer Chapmann, Blenkinsop, Brunton, Blakett, Gurny, Erikson, Losh und G. Stephenson, welche über diese Entmuthigung hinweghalfen und durch die Unablässigkeit ihres Sinnens den Kampf aufnahmen wider die Meinungen der Mitmenschen und wider das Anstemmen der Erfahrungsleere.

Es trat Blenkinsop mit seiner Zahnstange am 16. Mai 1811, Chapmann zu Newcastle 1812 mit seiner Kette und Brunton 1812 mit seinen Stützkrücken für die Maschine (automatische Beine, wie er sie nannte) auf, und suchten dieselben durch ihre Vorrichtungen das „Gespenst der zu geringen Reibung" zu beseitigen.

Blenkinsop, der Pionnier der heutigen Zahnradbahnen, hatte aber nur allein in Etwas Erfolg; denn er zog mit seiner Maschine von 5 Tonnen Schwere 30 Kohlenwagen von 94 Tonnen Gesammtgewicht mit 3½ englischen Meilen pro Stunde und fuhr auf 1:15 etwa 15 Tonnen Last mit 10 englischen Meilen Geschwindigkeit. Indess konnten aus naheliegenden Gründen, besonders aber wegen der ungünstigen Beschaffenheit des Geleises, die Blenkinsop'schen Ansichten und Fahrten nicht durchdringen und erweisen und war es Blakett vorbehalten, die ganze Angelegenheit praktisch richtig anzupacken, da dieser Ingenieur, merkwürdiger Weise, zuerst sich zu Versuchen wegen der für allgemein als zu gering erachteten Reibung herbeiliess. Hedley baute ihm 1812 eine eincylindrige, 1813 eine zweicylindrige und ferner eine dritte Maschine, die schon mit acht Rädern und mit einem Watt'schen Parallelogramm versehen war, und mit diesen drei Maschinen wurde auf der Wylam-Lemington-Bahn endlich der Beweis erbracht, dass die Anhaftung auf den Schienen hinreichend sei, um das Princip der Dampffahrten auf glatten Geleisen feststellen zu können.

Zehn Jahre Zeit (seit 1804 durch Trevithick) hatten die Ingenieure nöthig gehabt, um diese, heute so einfach scheinende Errungenschaft zu erzielen und den Widersacher: „vorgefasste Meinung" zu stürzen. Während nun diese Versuche auf der Linie Merthyr-Tiedvil durch Trevithick und Vivian, auf der Heatonbahn durch Chapmann, der Middleton-Leedsbahn durch Blenkinsop, der Butterleybahn durch Brunton und auf der Wylam-Lemingtonbahn durch Blakett, also auf Strecken stattfanden, welche mit noch so unvollkommenen und für die Aufnahme schwerer Locomotivlasten ganz und gar nicht geeigneten Geleisen versehen waren; während 1805 Taylor aus Manchester allen Schwierigkeiten der Lastenbeförderung durch Locomotiven mittelst seinen pneumatischen Strecken auszuweichen versprach, während Watt und Boulton bereits ihre Triumphe feierten und die Dampfmaschine ihren festlichen und siegreichen Einzug hielt als Bergwerks- und Industriemaschine und als geeignetste Maschine im Verkehre zu Schiffe; während der Gedanke, Eisenbahnzüge mittelst fixer Maschinen und Zugseil, der nach dem Vorbilde der Grubenfahrten, wie es scheint,

1808 zuerst von Sir Cooke zu Birtley-Fell in Durham ausgeführt wurde, die Ingenieure ablenkte, und während endlich der Genius der Industrie und des Verkehres ringsum leuchtete und der Menschheit wohlwollend zuwinkte — da war in dem einfachen Maschinenwärter Georg Stephenson (geboren 1781, † 1848) zu Killingworth der grosse, in seinen Folgen die ganze Menschheit culturell umgestaltende Gedanke eingezogen, sich ebenfalls der Herstellung einer brauchbaren Locomotive zu widmen. Und Lord Ravensworth, einer jener englischen, echten Aristokraten, welche der Menschheit durch die Förderung der Wissenschaft und der Industrie so enorme Dienste erwiesen haben, setzte Stephenson in die materielle Lage, seine Pläne zu verfolgen. Dieser schuf — angeregt durch die Beobachtung der Blakett'schen Maschinen, welche täglich vor seinem Elternhause zu Wylam vorbeihumpelten, dann angeregt durch die Studien an der Trevithick'schen und Blenkinsop'schen Maschine, welch' letztere er 1813 zwischen Kenton und Coxlodge zum erstenmale gesehen hatte — mit Zuhilfenahme des Blasrohres diejenige erste Locomotive, welche vollen Anspruch auf Weiterbau in der neuen Erfahrungswissenschaft hatte; er taufte sie in Verehrung für seinen Gönner „My Lord“ und fuhr mit ihr zum erstenmale am 25. Juli 1814 auf dem Killingworther Werksgeleise.

Diese Maschine, bei welcher die Kolbenbewegung auf die Laufräder noch durch Zahnräder vermittelt wurde und welche auf 1 : 456 im Ganzen acht Kohlenwagen von 600 Centner Gewicht zog, litt enorm unter den, durch das wackelige Geleise erzeugten Stössen, und nahm Stephenson 1815 mit Dood ein Patent, nach welchem die Zahnräder wegfielen und die schon 1778 von Watt erfundene Bleuelstange direct auf die Laufräder wirkte. 1819 fuhren auf der Killingworther Strecke schon fünf Stephenson'sche Maschinen, vom Volke genannt die „Iron Horses“, welche indess auf dem holperigen Geleise in Wahrheit wie die Pferde trabten und das Geleise ebenso zerstiessen, wie sich selbst schädigten.

Aehnlich war es mit den für die am 18. November 1822 dem Maschinenverkehre eröffnete Kohlenbahn zwischen der Hettongrube und dem Wearflusse dienenden drei Maschinen der Fall, welche (nach C. Oeynhausen und H. v. Dechen) bald wieder abgeschafft

und durch einen Seilzug ersetzt wurden, weil sie das Geleise ebenfalls zu arg angriffen.

Schon seit der ersten Fahrt mit dem „My Lord“ hatte der praktische Geist Stephensons die Ueberzeugung gewonnen, dass dem neuen Streben nach Gewinnung der Dampffahrt zu Lande vor Allem durch ein verbessertes, starres und tragfähiges Geleise abgeholfen werden müsse; er bezeichnete die Locomotive und die Schienenbahn bezüglich ihrer Zusammengehörigkeit als „Mann und Weib“ und setzte den Zweiflern unter den Technikern und den Feinden unter den Fuhrleuten und Canalschiffern seinen starren Muth, seine unerschütterliche Ausdauer entgegen und hielt den Seinen das seit ihm geschichtlich gewordene Sprichwort „Perseverance“ entgegen. Da war es endlich 1820 Sir Berkingshaw zu Bedlington gelungen, Schienen von 15 Fuss Länge und mit profilirtem Kopfe nach einer Methode zu walzen, welche uns v. Oeynhausen und v. Dechen durch Wort und Bild aufbewahrt haben, und erhielt mit dieser Erfindung, obschon die satzweise Verstärkung der Schienen durch Fischbauchform aus praktischen Gründen ein Mangel war, das Gestänge mehr Stabilität, weil es die Zahl der Stösse sofort auf ein Drittel herabdrückte.

Die unterdess im Maschinenbaue durch die Fahrten auf dem Killingworther und die später auf dem Hettongeleise gewonnenen Erfahrungen kräftigten die Ueberzeugung Stephensons derart, dass er im Jahre 1823 dem Concessionsinhaber Sir Edward Peace zu Darlington für dessen Schienenweg zwischen diesem Orte und Stocton den Gebrauch seiner „Reisemaschinen“ vorschlug. Peace war der zweite Mann der That; er und G. Stephenson sahen im Geiste den Tag vor Augen, wo die eisernen Pferde auch Menschen eilends fortbewegen würden.

Und wirklich fuhr Stephenson, der seine Killingworther „Iron Horses“, von denen er die letzterbaute Maschine „Blücher“ nannte, immer mehr schätzen gelernt und seit zehn Jahren sorgsam gepflegt hatte, am 27. September 1825, dem Geburtstage unseres modernen Culturhebels, unter dem Jubel seiner Freunde und unter dem Spotte Jener, welche gekommen waren, um das Zerplatzen der Reisemaschine“ mit anzusehen, mit seiner Maschine „Experiment“, die 34 Wagen, von denen 6 mit Kohlen, die

übrigen mit an 450 Menschen belastet waren, mit einer Geschwindigkeit von stellenweise 12 englischen Meilen in der Stunde dahin.

Die Erfindung, welcher Trevithick und Vivian vor 21 Jahren greifbare Gestalt gegeben hatten, war endlich nach rastloser, schwerer Arbeit eines zähen Engländers zum Durchbruche gelangt, und wenn auch das Weltblatt, die „Times" am 24. Jänner 1825 noch die Eisenbahnen für Zwecke des Reisens verurtheilt hatte, weil die Kolosse von Maschinen ja das Geleise zerstössen und die schnelle Fahrt zu gefährlich sei, so hatte Stephenson auch zu Stocton-Darlington den Beweis erbracht für die Richtigkeit seiner seit mehr als zehn Jahren gepredigten Sätze. Die Welt der Technik musste nunmehr mit einer Thatsache rechnen, und wenn sie auch noch weiter gegen Stephenson stürmte, als er für die nächste grosse Eisenbahn zwischen Liverpool und Manchester, die schon 1831 von William James und von Sanders geplant wurde, den Gebrauch seines Dampfrosses proponirte, so konnte er doch 1827 seine weiteren Errungenschaften mit der Sechskupplermaschine „Royal George" vorführen und die Gegenströmung niederwerfen, die von dem Herzoge von Bridgewater, von Wood und Alderson, von Francis Giles, G. Leather und von H. R. Palmer gegen das neue Unternehmen geleitet wurde.

Die Tage von Rainhill, dem Orte, wo am 6. October 1829 die fünf Probemaschinen:

1. „Rocket" (Rakete) von Stephenson;
2. „the Noveltey" (Neuigkeit) von Braithwaite;
3. „the Sans-pareil" (Unvergleichliche) von Hackworth.
4. der „Cyklop" von Brandreth, und
5. die „Perseverance" (Beharrlichkeit) von Burstell

zum Wettkampfe des Maschinenthums für die Linie Liverpool-Manchester erschienen, gab den drei Preisrichtern:

J. M. Rustrick Esq. aus Stourbridge,

Nikolaus Wood Esq. aus Killingworth und

John Kennedy Esq. aus Manchester

Gelegenheit, die Vorzüge der „Rakete" zu erkennen, und die Siegespalme ward am 14. October 1829 ihrem Erbauer Georg Stephenson gereicht.

Mit diesen Probefahrten, bei denen die „Rakete“, welche $4^1/_4$ Tonnen wog und $12^3/_4$ Tonnen mit 13·8 englischen Meilen Geschwindigkeit gezogen hatte, mit der wichtigen Neuerung des Siederohrkessels (schon 1803 von Stevens in Newyork, 1826 von Neville patentirt, 1828 von M. Seguin dem Erbauer der St. Etienne-Lyon-Pferdebahn vorgeschlagen, jedoch zuerst von Stephenson nach Anregung von H. Booth angewendet) auftrat, war unser modernes Culturmittel weiter gereift, und die unterdess erbaute, weit verbesserte Maschine, der „Planet“, welche zum Grundtypus der englischen Maschinen wurde, gab bei ihrer ersten Fahrt über das berüchtigte Chat Moor den Beweis der bis dahin ungeahnten Geschwindigkeit des erstandenen Dampfrosses. Sie fuhr mit 27 englischen Meilen und war nur ein Vorläufer jener maschinellen Errungenschaften, welche Stephenson bei der Eröffnungsfeier der Liverpool-Manchesterlinie am 15. September 1830 ins Treffen führte und die repräsentirt waren durch die Maschinen „Northumbrian“, „Phönix“ und „Nordstern“.

Der unerschütterliche Geist Stephensons, des Mannes, der Alles aus sich selbst geworden war, hatte endlich als Führer seiner Mithelfer obgesiegt in dem schweren Kampfe einer Einführung der Dampfmaschine im Verkehre der Menschen auf dem festen Lande, und der schrille Pfiff seiner Maschinen rief die gesammte Menschheit auf zu neuer, früher ungeahnter Thätigkeit.

VI. Capitel.

Die Entwickelung und Verbreitung der Eisenbahnen.

§. 1. Ausbreitung der Eisenbahnen im Jahrzehnte 1830—1840.

Die neue, den Verkehr der Menschen unter einander über alles bis dahin Gekannte emporhebende Erfindung bot das Bindeglied zwischen der unterdess schon in Aufschwung gekommenen maschinellen Arbeit und den Stellen ihres Verbrauches; sie lieferte die Emsigkeit des Schaffens auf dem Binnenlande und das Complement für den Verkehr zur See; sie stand demnach auf dem Boden der Nothwendigkeit, dem sie so mühsam entsprossen war, dass der

Schlot der „Savannah" im Atlantischen Ocean schon zwölf Jahre, jener der „Entreprise" in den Gewässern Indiens schon vier Jahre vorher dampfte, ohne sein vollendetes Ebenbild zu Lande zu sehen. Und diese culturelle Nothwendigkeit des Werdens der Locomotive gab sich sofort zu erkennen in der blitzschnellen Verbreitung des aufgefundenen Mittels eines Verkehres, das den Menschen seiner angeborenen Lahmheit durch die Kraft seines Geistes entledigte und ihn befähigte, dem Fluge dieses seines Geistes in früher nicht gekannter Raschheit und körperlicher Quantität zu folgen.

Die Menschheit hatte durch Stephenson erst gehen gelernt! und in Wahrheit schritt sie fortan auch rüstig aus. — Nicht nur die zahlreichen, entweder durch Pferde oder durch fixe Maschinen betriebenen Werksgeleise Englands, als da schon 1826 vorhanden waren Hetton-Sunderland, Bolton-Leigh, Dartmoor-Plymouth, Breakwater-Plymouth, Clydach-Swansea, Penrhyn-Port-Penrhyn, Peddenandrea-Redruth, St. Austle, Portreth-Redruth, Landore, Wandsworth-Croydon, Dewsbury-Birstall, Bath, Dalkey-Kingstown, Mary-Tavy und Tavistock; des Weiteren nicht nur die Pferdebahnen zu Quincy bei Boston (1827) und Mauschunk in Nordamerika, zu St. Etienne-Andrezieux in Frankreich (1827), zu Hattingen (1828) in Rheinpreussen und zu Budweis-Kerschbaum (1828) in Oesterreich; sondern weit mehr noch die schon im Anfange des Jahrhundertes durch Trevithick und Vivian inaugurirten Locomotivbahnen zu Merthyr-Tydwill, und die späteren Hetton-Wear, Butterly, Wylam-Lemington, Middleton-Leeds und Killingworth in England; am meisten aber die Locomotivstrassen zu Stockton-Darlington (1825) und Manchester-Liverpool in England und zu Baltimore-Ellicotts-Mills (1829) in Nordamerika waren zum Wanderziele der Ingenieure und zum Erregungsherde der gesammten civilisirten Welt geworden, welche in den dampfenden Eisenrossen instinctiv das Gespann erblickte, dem sie sich nunmehr anzuvertrauen habe. Und als der Sieg Stephensons zu Manchester-Liverpool am 15. September 1830 errungen und allen Zweiflern mit der Logik der Thatsachen geantwortet werden konnte, als mit dieser Schleussenöffnung für den Verkehrsstrom der Cultur, die Menschheit sah, was sie nicht zu glauben wagte: da wurde auch aller Orts der Damm angestochen, um Kraft aus diesem Strome zu

gewinnen, und überall mit einem Schlage leuchteten der hohen Öfen Essen, überall dröhnte der Eisenhammer, und überall regte sich des Bauens Lust.

Am 21. October 1830 wurde die Pferdebahn Prag-Lana, am 1. August 1832 jene von Linz nach Budweis; am 5. Mai 1835 die erste Locomotivbahn des Continentes, die Strecke Brüssel-Mecheln; am 7. December 1835 die erste Locomotivstrecke Deutschlands, jene von Nürnberg-Fürth; am 24. April 1837 wurde die Strecke Leipzig-Alten; am 26. August 1837 die erste Locomotivbahn Frankreichs, die Strecke Paris-St. Germain eröffnet.

Diesen Streckenausführungen folgten am 23. November 1837 die Eröffnung der Linie Floridsdorf-Wagram; am 4. April 1838 die Eröffnung der ersten russischen Strecke, jener von St. Petersburg-Carskoje Selo; am 22. September 1838 die der Strecke Berlin-Potsdam und am 1. December 1838 jene der Strecke Braunschweig-Wolfenbüttel.

Im September 1839 erfolgte die Eröffnung der ersten holländischen Eisenbahn, nämlich der Linie Amsterdam-Harlem; und am 3. October 1839 wurde die erste Locomotivbahn in Italien, die Strecke Neapel-Portici dem öffentlichen Verkehre übergeben.

Am Schlusse des Jahres 1830 waren (nach Ghega) 278 englische Meilen öffentliche Eisenbahnen vorhanden, wovon $205^1/_2$ englische Meilen mit Pferden, 67 mit Locomotiven und $5^1/_2$ englische Meilen mit Seilmaschinen betrieben wurden.

Rechnet man sämmtliche im ersten Decennium nach der Eröffnung der Liverpool-Manchesterbahn (1830) in Betrieb gesetzten Bahnlinien zusammen, so erhält man für das Jahr 1840 bereits eine Betriebslänge (nach Ghega) von 4729 englischen Meilen, von denen 456 mit Pferdebetrieb 4273 mit Locomotiv- und Seilbetrieb und eine halbe englische Meile mit atmosphärischem Betrieb eingerichtet waren.

§. 2. Fortschritte im Jahrzehnte 1830—1840.

In diesem ersten Jahrzehnte waren aber auch sehr wesentliche Verbesserungen:

a) im Maschinenbaue,

b) im Oberbaue und

c) im Fahrparke eingetreten und drei den Locomotiven concurrirende Betriebsprincipien näher erörtert worden.

1. Maschinenbau.

Bezüglich des Maschinenbaues hatte sich in England die im Jahre 1830 noch übliche Heizfläche von 478 auf 638 Quadratfuss im Jahre 1840, das Gewicht der Maschine bis zu 15 Tonnen, die Zahl der Siederohre bis auf 78 und der Radstand von 5 auf 8 Fuss gehoben; die Fahrgeschwindigkeit war beim Personentransporte bis auf 30 englische Meilen pro Stunde, die Leistungsfähigkeit im Gütertransporte war bis auf 350 Tonnen angewachsen.

Es ist auch von grossem Interesse zu beobachten, wie diese Fortschritte im Maschinenbaue gleich im Beginne des Jahrzehntes auftreten, und dient hierzu die folgende, in französischem Maasse ausgedrückte Tabelle:

Benennung	Maschine „Rocket“ (1829)	Maschine „Planet“ (1830)	Maschine „Vesta“ (1831)	Maschine „Atlas“ (1832)
Zahl der Siederohre, Stück	25	94	80	68
Gewicht der Locomotive, Tonnen	4.318	9.144	8.71	11.58
Gewicht des Zuges ohne Maschine und ohne Tender, Tonnen	9.703	77.216	94.230	193.04
Geschwindigkeit des Zuges, Kilometer	22.21	24.94	27.92	15.64
Leistung der Maschine auf nahezu söhligen Bahnen. Kilometer-Tonnen . .	383.44	2251.20	3033.1	3287.7

Von weit grösserer fortschrittlicher Bedeutung im Gebiete des Maschinenbaues war jedoch die Emancipation Nordamerikas vom englischen Maschinenmarkte. Die Engländer, welche an sehr grosse Krümmungshalbmesser, gelinde Steigungen und lange, gerade Strecken gewöhnt waren, welche bei der Liverpool-Manchesterlinie noch Radien von 1500 bis 2000 Meter anwendeten, während die Franzosen bei der Etienner Linie schon 500 Meter

einführten, und welche sich bei schwierigem Terrain durch Seilbetrieb halfen, construirten ihre Maschinen auch demgemäss. Die Ingenieure in Amerika warfen sich aber sofort auf steileres Ansteigen und grössere Krümmungen, brachten für den Kessel einen Drehzapfen an, gaben selten mehr als 4 Fuss Raddurchmesser, fuhren mit 6 bis $8\frac{1}{2}$ Atmosphären Spannung und führten bereits 1840 achträdrige Maschinen mit 4 gekuppelten Triebrädern ein. Im Jahre 1839 waren in Folge dessen in Amerika Steigungen von 1 : 176 und Radien von 2000 Fuss schon allgemein üblich, und bei Vermeidung schwerer Bauarbeiten sogar schon Steigungen von 1 : 56 (Greensville-Roanokebahn) und Radien von 600 Fuss zulässig. Dieses selbständige Auftreten Nordamerikas, welches im Jahre 1831 seinen ersten englischen Dampfwagen bezogen hatte und in den nächsten Jahren noch aus den englischen Fabriken von Stephenson, Bury, Forrester und Braitewaith & Ericson importirte, führte auch sehr bald zur Unabhängigkeit in der Locomotivindustrie, und ist diesbezüglich die folgende Tabelle (nach Gerstner) nicht ohne Interesse, weil sie den industriellen Kraftwuchs Nordamerikas ausserordentlich kennzeichnet.

Es wurden im Jahre	1831	1832	1833	1834	1835	1836	1837	1838
Locomotiven aus England nach Amerika ausgeführt	1	8	13	11	19	12	20	0
Locomotiven in Amerika gebaut	0	3	4	22	36	81	76	44
Summe .	1	11	17	33	55	93	96	44

Im Jahre 1838 bestanden in Nordamerika schon 21 Locomotivbauanstalten, welche schon nach Oesterreich, Deutschland und England exportirten, und hatte die Firma W. Norris in Philadelphia bis zum 20. Februar 1839 bereits 73, die Firma Baldwin daselbst schon 121 Dampfwagen gebaut. Anfangs 1839 besass Nordamerika schon 425 Locomotiven, von denen nur 84 aus England bezogen worden waren. Die erste amerikanische Maschine war von Ingenieur Holl erbaut worden, sie hiess „Experiment“ und

lief 1832 auf der Strecke Mohawk-Hudson. — Nicht ohne Interesse ist es, hier beizufügen, dass Nordamerika von 1807 bis 1838 schon 1300 Dampfboote gebaut hatte, von denen 260 auf der See verunglückt und 240 abgenützt worden waren; der Rest von 800 Stück hatte (nach Gerstner in Crelles J. f. B.) eine Gesammttragkraft von 3,064.435 Ctr. und eine Gesammtstärke von 59.019 Pferdekräften. Die obigen 350 Locomotiven und 1860 sonstige stabile Maschinen hinzugerechnet, verfügte Nordamerika Ende 1838 bereits über 3010 Dampfmaschinen insgesammt.

2. Oberbau.

Was den Fortschritt im Oberbaue innerhalb des Jahrzehntes 1830 — 1840 anbelangt, so ist auf die Bestrebungen von Stevens (1831), des Erfinders der breitbasigen Schienen (fälschlich Vignole-Schienen genannt); von Converse (1832), Stephenson (1833), Barlow (1833), Jessop (1833), Mason Patrick (1833), le Caan, William Losh, R. Smith und John Walkinshaw (1833); ferner von Brard (1834), und von Baader (1834), von Wordhouse (1835) und von Wood, Rastrick; endlich auch auf jene von Rob. Daglish (1835) und Vignoles (1836) hinzuweisen, welche Constructeure alle sich um die Entwickelung des Baues des Gestänges eifrig und mehrfach sehr erfolgreich bemüht haben.

Bei der Stockton — Darlington und bei der Manchester-Liverpooler Bahn vertheidigten Georg und Rob. Stephenson noch die Berkingshaw'schen Fischbauchschienen, während die Stevens-(fälschlich Vignole-)Schienen bereits bei der Wygam-, St. Helens- und bei der Dubliner-Strecke angewendet wurden und damit die heutige Geleisform zur Geltung gelangte. Wie wichtig der Fortschritt im Oberbaue der Eisenbahnen war, geht daraus hervor, dass die alten Bahngeleise bei Newcastle und Sunderland noch auf 1 : 180 Neigung,
jene bei Darlington erst auf 1 : 200 „
ferner die späteren Geleise zur Zeit der Manchesterbahn erst auf 1 : 280 „
die Wagen frei herabrollen liessen.

3. Fahrmittel.

Zu diesem letzteren Resultate trugen allerdings auch die verbesserten Fahrmittel bei, welche ebenso, wie die anderen Theile

der Eisenbahnen nunmehr Gegenstand der sorgfältigsten Untersuchungen und der fortbauenden Neuerungen wurden. Wir erinnern hierbei nur an die Bestrebungen von Thomas Roger bezüglich der gänzlich eisernen Räder (bereits 1812), an die Räderpatente von Brandling, von Ross und Winans (1828), von John Elgar (1830), von Losh und William, von Georg Stephenson (1831), Rob. Stephenson (1831) und von Adams (1835). Ebenso sind aus jener Zeit die Bestrebungen bezüglich der Kuppelung und Bremsung der Wagen zu erwähnen, so unter Anderen von Pearson, Bergin, Hoar, von Kiste (1834) und von Putland (1835) vorgenommen wurden, und auch die Bemühungen zu nennen wegen Vergrösserung der Adhäsion, so von Miller aus Charlestown, von Hopkinson und Snowden vorgenommen wurden (welcher Letztere wieder auf die Blenkinsop'sche Zahnstange zurückgriff): um die Weite des Horizontes jener Tage taxiren zu können.

Oben wurde gesagt, dass im ersten Jahrzehnte nach der Eröffnung der Liverpooler Eisenbahn noch immer das Streben vorlag, die Locomotive bei der Wagenbewegung auf Geleisen zu ersetzen. Die Schwierigkeit der Gestaltung der Locomotive; die Schwierigkeit der Herstellung eines für solche Maschinen geeigneten, tadellosen Geleises; die Schwierigkeit und Kostspieligkeit der an den Locomotivbetrieb wegen der flachen Geleislage geknüpften Kunstbauten bei der Herstellung des Bahnplanums; endlich wohl auch die Neigung, noch etwas Neueres zu schaffen: alle diese Umstände übten gerade in Jahrzehnte 1830—1840 ihre Gewalt aus, und waren es insbesondere drei, dem heutigen Bahnwesen concurrirende Principien, welche zur Geltung zu bringen, lebhaft angestrengt wurde.

§. 3. Sieg über die concurrirenden Principien.

1. Die Strassen-Locomotiven.

Wir haben früher erwähnt, dass Robinson (1759), Cugnot (1769), Evans (1772 und 1803), Watt (1784), Simington und Murdock (1784—1786) und Trevithick (1802) sich eingehend mit Projecten, beziehentlich mit factischen Versuchen über die Construction eines ganz entsprechenden Strassendampfwagens beschäftiget

hatten, und haben schon bemerkt, dass diese Bestrebungen neue Nahrung erhielten, als Trevithick und Vivian nach ihrer entmuthigenden Fahrt (1804) auf dem Geleise der Merthyr-Tiedviller Werkbahn die Durchführung von Locomotiveisenbahnen geradezu für unmöglich hinstellten.

Wenn nun auch Stephenson und seine Gesinnungsgenossen und Concurrenten schliesslich zum Siege gelangt waren, so ist doch hervorzuheben, dass die Sucht, den Geist der Zeit statt mit den theueren Eisenbahnen mit Strassendampfmaschinen zu erfassen, noch anfangs der Vierziger Jahre in Blüthe stand.

Es war der Versuch nach der Auffindung einer rationellen Strassenlocomotive 1816 von Reichenbach, demselben Constructeur, welcher, wie wir unten sehen werden, 1811 mit seinem Brückensysteme aufgetreten war; 1816 von Jul. Griffith; 1824 von W. James; 1824 von David Gordon; 1825 von Goldsworth Gurney; 1825 von Burstall und Hill; 1827 erneut von Gurney; 1831 von Dance und 1833 von Ogle; ferner 1834 von Heaton und im selben Jahre von Huens und Comp., wie auch von Voigtländer in Wien; endlich auch durch Haacock, Summers, Church und Gibbs gemacht worden und noch 1834 trat der Marburger Dr. Alexander Lips als ein lebhafter Apostel für die Strassendampffahrt anstatt der Eisenbahndampffahrt auf; wie überhaupt zur Zeit, als es sich in Deutschland um Ergreifung oder Ablehnung der englischen Erfindung handelte, gerade dieses Land der Denker überfluthet wurde von gelehrten Ideen und unpraktischen Dingen in Sachen des modernen Verkehres.

Indess die schlechten Resultate der unternommenen Fahrten mit Strassenmaschinen, namentlich jene von Burstall und Hill vom 29. Juli 1827; dann jene Reise, welche Ogle im Jahre 1833 zwischen Southampton, Liverpool und London unternahm und von der er (nach Baader) schreibt, dass er, streng genommen, eigentlich seine Reisezeit von 10 Wochen meistens in den Werkstätten der Schmiede und der Wagner verlebt habe; insbesondere aber jene denkwürdige Fahrt von Huens und Comp. zwischen Antwerpen und Brüssel, die nichts anderes Reelles ergab, als diverse Knochenbrüche der Bedienungsmannschaft und die am 4. October 1834 damit endete, dass der Strassendampfwagen schliesslich mit Pferden weitergezogen

werden musste; endlich die Ergebnisse der Dampfwagenfahrt, so Voigtländer am 15. November 1834 in Wien vollzog und von der berichtet wird, dass sie für die Wiener eigentlich nichts, als eine sogenannte „Hetz" gewesen sei: alle diese Resultate waren nicht geeignet, Stephensons Eisenbahnsystem zu verdrängen, wie sehr auch im Jahre 1834 Stimmen laut wurden, dass die Locomotiveisenbahnen zu gefährlich, zu theuer und zu unpraktisch seien, weil ja die Schnellfahrt zu bedenklich und das Schütteln und Rütteln der schweren Maschinen binnen vier Jahren auf der Liverpool-Manchesterbahn Alles caput gemacht habe, und wie sehr auch ein grosser Theil der Leute in Deutschland jene Männer (wie z. B. v. Amsberg in Braunschweig) für Narren erklärte, welche das neue Vehikel auf vaterländischen Boden verpflanzen wollten.

Und hier müssen wir eines deutschen Mannes gedenken, der alle seine Kraft, seine Versuche zu Nymphenburg bei München und seine tüchtige Feder aufbot, um das deutsche Volk zu warnen vor den Aposteln des Strassendampffuhrwerkes; es ist dies Dr. F. v. Baader, der Verfasser des Buches (1834) über die „fortschaffende Mechanik" und des ersten Erfinders des Luftwagens (durch comprimirte Luft bewegte Locomotive), welche Maschine 1833 von Hentschel in Cassel, 1838 von Crelle in Berlin und 1844 von Andraud in Paris, wie auch namentlich von Halette energisch befürwortet wurde.

In dieser Zeit des Wankelmuthes und der Unentschlossenheit waren es aber insbesondere Chapmann, Blenkinsop. Blackett, Gurney, Brunten, Ericson, Losh und die Stephensons, welche, durch immer mehr hervortretende vorzügliche praktische Erfolge unterstützt, für die damals sogenannte „Gleismaschine" eintraten, und wie wir gesehen haben, schliesslich auch siegten, obschon selbst Meissner und Bernoulli 1839 noch dem Strassendampfwagen für geringen und für Eilverkehr ein gutes Prognostikon stellten.

2. Der Pferdebahnbetrieb.

Die zweite Concurrenz, welche noch 1830—1840 dem Locomotivbetriebe entgegengehalten wurde, war der Pferdebahnbetrieb. Obwohl billiger in der Anlage, hatten indessen auch die Pferde-

bahnen keine Aussicht auf den Sieg über die Dampfbahnen, und die Erkenntniss, dass das neue Vehikel eben durch die Massenhaftigkeit und die Zeitersparung dominire, brachte die Pferdebahnen, wie sehr sie auch im Beginne und namentlich in Frankreich und Oesterreich begünstiget wurden, in den Hintergrund.

Zu diesem Verdrängen hatte aber insbesondere das Erfahrungsresultat beigetragen, dass im Jahre 1835 die Betriebskosten auf der Liverpool-Manchesterbahn nur 30 %, jene auf der französischen Pferdebahn Lyon-St. Etienne aber 50 % der Einnahmen ausmachten.

3. Die Seilbahnen.

Weit mehr machte den Locomotiven der Seilbetrieb mit sogenannten fixen Maschinen Concurrenz. Derselbe entstammt nach Schaffung der Fördermaschine der englischen Kohlengruben, ist heute im Bergbaue als maschinelle Seilförderung rühmlichst bekannt und wurde für den Bahnverkehr im Grossen schon 1808 auf der Hettonbahn in Sunderland angewendet. Die dortigen Resultate brachten das System, mit dem ja bedeutend an Baukosten gespart werden konnte; welches das Gewicht des Motors nicht zu bewegen brauchte; welches einen billigeren und mehr geschonten Oberbau zuliess und welches allen Schwierigkeiten der Erfindung einer vollkommen geeigneten Locomotive aus dem Wege ging, sehr in Aufschwung. Es fand namentlich in England Boden (Birmingham-Gloucester, Glasgow-Edinburgh, Manchester-Leeds, London-Blackwell) und verbreitete sich sehr bald nach Frankreich (Andrezieux-Roanne), Belgien (Lüttich), Deutschland (Elberfeld und Aachen) und nach Amerika (Philadelphia-Columbia, Portage, Hudson-Mohawk). Amerika jedoch emancipirte sich zuerst von dieser Verkehrseinengung, ging im Locomotivbaue für grosse Steigungen voran, spannte seine Maschinen gerade auf den Seilebenen — die nun wahre Versuchsstationen für die Locomotivbauer wurden — vor, und brachte ein den Locomotiven concurrirendes Princip zum Falle, welches in den Vierziger und Fünfziger Jahren noch von hervorragenden Männern vertheidiget wurde und welches, allerdings in feinerer Form und nur für

exceptionelle Verhältnisse und nur für Kleinverkehr taugend, noch in unsere Tage herüberragt.

Der Anfang zu dieser Reformation wurde in Amerika durch die 1836 erfolgte Auflassung der schiefen Ebene von Philadelphia-Columbia, dann jener von Alleghani-Portage, von Albany, von Shenectady und 1840 jener von Parrs-Spring-Ridge auf der Ohio-Baltimorebahn gemacht.

§. 4. Ausbreitung und Fortschritte im Jahrzehnte 1840—1850.

1. Ausbreitung des Netzes.

Alle diese Studien, Experimente und reformirenden Thatsachen, sowie die hochansehnlichen wissenschaftlichen Errungenschaften auf dem Gebiete der Statik, Mechanik und des Locomotivbaues im Besonderen, wohin wir namentlich die literarischen Werke von: Prony (1815), Coulomb (1821), Poisson (1826), Hachette (1830), Gerstner (1831), Bazaine (1833), Flachat (1835), Graf v. Pambour (1836), Weissbach (1836), Tredgold (1838), Poncelet (1839), Armengaud (1839), Navier (1841), Morin (1842), Moseley (1843), Duhamel (1845), Gouin-Lechatelier (1845), Bernouilli (1847) und auch Laboulay (1849) zählen müssen: alle diese Arbeiten und Errungenschaften reagirten gewaltig auf das Eisenbahnwesen in dem Jahrzehnte 1840—1850. Dasselbe war am Schlusse dieser Periode mit seinem (nach Ghega) 21.211 engl. Meilen langen Netze (worunter nur 494 engl. Meilen Pferdebahn) bereits in die Gebirge gedrungen, hatte das Bauwesen überhaupt und den Locomotivbau insbesondere ganz wesentlich gefördert, mit seinen wissenschaftlichen Fortschrittsergebnissen die schiefen Ebenen — bis schon auf zwei (Ans und Aachen) — fast vollständig verdrängt und gelangte auch zum Siege gegenüber den sogenannten atmosphärischen Bahnen.

2. Die Eisenbahnschleussen.

Der Wunsch, starke Steigungen leicht zu überwinden und zur Vermeidung der Baukosten in sehr starken Krümmungen fahren zu können, hatten schon den Oberst Taylor, wie auch Milnes zu der Construction von „Eisenbahnschleussen“, das heisst zu Apparaten ge-

führt, welche die zusammengedrängte Steigung durch verticales Heben der Wagen von einer unteren auf eine obere Bahn (und umgekehrt) zu überwinden suchten.

Die örtlichen Verhältnisse beschränkten diese Idee der Ueberwindung von Steigungen, zu welcher auch noch die Shuttleworth'sche hydraulische Eisenbahn zu rechnen sein möchte, ebenso sehr, als das Moment der Verkehrsunterbrechung; und so sehen wir die Idee der Eisenbahnschleussen im grossen Ganzen verlaufen, obschon vereinzelte Anwendungen selbst in neuerer Zeit bei den Trajecten und bei Werksbahnen (z. B. Hörde) stattfinden.

3. Die atmosphärischen Bahnen.

Vortheilhafter als mit der sogenannten Schleussenhebung erschien es, eine steile Ansteigung durch Luftdruck vermitteln zu sollen und führte diese, wie man annimmt, zuerst auch von Taylor 1805 aufgestellte Idee zu jenen Versuchen im Kleinen, welche die Ingenieure Medhurst (1810), Valance (1824) und Pinkus (1834) unternahmen. Diese Studien erhielten durch Lardner und Berry, sowie durch Wrigg nähere Unterstützung, führten zum Vorschlage pneumatischer Briefposten, wurden jedoch nach langen Mühen bekanntlich erst durch Clegg und Samuda dem grossen Verkehrszwecke zugänglich gemacht.

Im Jahre 1838 wurden weitere Versuche durch Boxtil zu Chaillot, ebenfalls 1838 durch Clegg und Samuda zu Wormwood-Scrubbs bei London (0·5 engl. Meilen lang, Ansteigen von 1:115) — welch' letztere Versuche Teisserence (Crelles J. f. B.) berichtet hat — und zu Havre in den Werkstätten des Herrn Nilhus gemacht.

Die erste atmosphärische Bahn für grössere Verkehrszwecke wurde indess erst 1843 in der 3052·8 Meter langen, sich auf 21·81 Meter verticale Höhe mit 17% im Maximum erhebenden Strecke von Kingstown nach Dalkey hergestellt, über welche Mallet, Petiet, Legrand, Teisserence und Ghega berichtet haben; welche zu den Studien von Pequer und von Hallette und zu der ausführlichen Stoffbehandlung von Crelle (Vortrag vom 6. März 1845 an der Akademie zu Berlin) Veranlassung gab und welche Bahn als Beispiel für die Erbauung der Linien Exeter-Plymouth, Croydon-Portsmouth (1845) und Paris-

(Nanterre-) St. Germain (1846) diente. Wie sehr indess auch, namentlich von Crelle, das System der atmosphärischen Eisenbahnen befürwortet wurde, so gelangte es doch aus naheliegenden Gründen gegenüber der Locomotive zu keiner massgebenden Concurrenz; hat sich bekanntlich unter dem Einhalte einer durchaus verschlossenen Röhre nur für kleinere Verkehrsdimensionen und für Briefposten erhalten; und wurde insbesondere durch das Deficit der Linie Kingstown-Dalkey vom Jahre 1846 (Betriebseinnahme 59.032·05 Frcs., Betriebsausgabe 99.477·20 Frcs.), sowie durch den Sieg der Locomotive „Hercules" gestürzt, welche Maschine bereits im Frühjahre 1846 auf der Paris-St.-Germainer Strecke, und zwar auf der Rampe von Pecq anstandslos fuhr.

4. Die Seilebenen als Versuchsstrecken für Locomotivbetrieb.

Wie schon vorhin bemerkt wurde, sind es namentlich die Seilebenen gewesen, welche dem Locomotivbaue ein fruchtbares Versuchsfeld boten, und war schon 1830—1840 von Amerika aus der oben bezeichnete Abwurf des Seilbetriebes (welcher sich in seinen Kosten nach den eingehenden Studien von Teisserence zum Locomotivbetriebe wie 2 : 1 bis 7 : 1, nach anderen englischen Beobachtungen wie 2 : 1 bis 4 : 1, ja stellenweise bis 12 : 1 verhielt) angestrebt worden. Diese im Zeitraume von 1840—1850 inaugurirten Bemühungen Amerikas bezüglich der Emancipation vom Seilbetriebe folgte alsbald England. Im Jahre 1843 wurde der Seilbetrieb auf der Linie Manchester-Leeds, 1844 jener von Edinburg-Glasgow, 1847 der in den beiden Strecken Euston-Square und Camden-Town, 1849 sogar der neunjährige Betrieb der Seilebene London-Blacwell, später der vom Boxtunnel und auf der Lickey-Inclinestrecke in Locomotivbetrieb umgewandelt; 1845 war dasselbe auch in Frankreich auf der Strecke Roanne-Andresieux eingetreten.

§. 5. Die Semmeringbahn.

Die im Jahrzehnte 1840—1850 vollzogene Eindringung der Eisenbahnen in die gebirgigen Theile von Spanien (Madrid-Alicante und Madrid-Aranjuez), der Schweiz (Nordbahn bei Zürich), von Italien (Genua-Turin), von Deutschland und Oesterreich hat dem

Locomotivbaue, und damit dem Eisenbahnsysteme überhaupt einen Stempel aufgedrückt, welcher durch den, Oesterreich in der Geschichte der Eisenbahnen immerdar verherrlichenden Bau der Semmeringbahn (begonnen 1848) eine Kraftäusserung statuirte, von der die Zeit der eigentlichen Gebirgsbahnen und sozusagen die Reifung des heutigen Eisenbahnsystemes datirt. Es kann über diese im Termine von 1840—1850 inaugurirte Reifung hier keine weitere Betrachtung unternommen werden; sie charakterisirt sich aber durch die folgende, der Arbeit unseres unvergesslichen Meisters Ghega entnommene chronologische Zusammenstellung vorhandener Bahnsteigungen im Locomotivbetriebe.

Entwickelung des Eisenbahnwesens von 1840—1851, ausgedrückt durch die Lage der Gradiente.

Eröff-nungs-Jahr	Benennung der Locomotiv-Bahn	Steigung	Länge in engl. Meilen	Radius in engl. Fuss
1840	Baltimore-Ohio	1 : 64	4.75	1000
1840	Baltimore-York	1 : 63	3.50	660
1840	Birmingham-Gloucester	1 : 37½	2.25	1000
1841	West-Stockbridge-Greenbush	1 : 60	4.00	478
1842	Springfield-West-Stockbridge	1 : 66	6.50	480
1843	Manchester-Leeds	1 : 49	—	—
1843	Hazleton in Pennsylvanien	1 : 37½	2.00	—
1843	Braunschweig-Harzburg (Endstrecke)	1 : 46	—	—
1844	Edinburgh-Glasgow	1 : 40	1.50	—
1845	Andrezieux-Roanne	1 : 71½	—	—
1845	Sächsisch-schlesische Bahn	1 : 55	1.25	—
1846	Baltimore-Ohio-Zweigbahn	1 : 40	5.00	550
1847	London-Croydon	1 : 50	5.00	—
1848	Bayerisch-sächsische Bahn (Hof) . .	1 : 40	3.75	1500
1850	Württembergische Bahn	1 : 45	3.20	893
1851	Semmering (die Probestrecken) . . .	1 : 40	3.00	933
	Innerhalb 1840—1850 wurden betrieben:			
—	Hudson-Berkshire	1 : 60	3.75	—
—	Buffalo-Niagara	1 : 66	—	—

Eröffnungs-Jahr	Benennung der Locomotivbahn	Steigung	Länge in engl. Meilen	Radius in engl. Fuss
—	Beaver-Meadwo in Pennsylvanien . .	1 : 55	5.2	—
—	Greensville-Roanoke in Südcarolina .	1 : 55	1.8	—
—	Vicksburg-Jackson im Staate Missisippi	1 : 21	—	—
—	Hartlepool in England	1 : 34	—	—

Diese letzteren sechs Strecken wurden probeweise allerdings schon vor 1840 mit Locomotiven betrieben; befriedigende Entwickelung des Locomotivbetrie besfand jedoch erst im Zeitraume 1840 bis 1850 statt. —

Zu Ende des Jahrzehntes 1840—1850 hatte sich demnach der Locomotivbetrieb bereits in das Alleghanygebirge, in die Berge von Shrewsbury in England und von Roanne in Frankreich, in das Fichtelgebirge und in die Rauhe Alp, sowie in das Gebiet der Norischen Alpen gewagt, und Stephensons Schöpfung der „eisernen Pferde" ward in immer höheren Niveaux der Berge gesehen.

Seit der Amerikaner Norris mit seiner Maschine die Seilebene Lickey-Incline der Baltimore-Ohiostrecke erklommen hatte (1840); seit Baldwin und Bail ihre schweren Lastzugmaschinen bauten (1842); seit Stephenson seine Expansionsvorrichtungen eingeführt (1842—1845) und der Ingenieur Boussan (1845) auf einer Steigung von 1 : 71·5 zwischen Andrezieux und Roanne experimentirte; seit auf der Rampe von Pecq der „Hercules" (1846) operirte und André Köchlins Maschinen (1847) in 1 : 34·5 und in 300 Meter Radius auf der 800 Meter langen Strecke le Renardiere fuhren; seit endlich die Bayern auf der Rampe zu Neumarkt zu fahren sich anschickten; seit diesen Zeiten war der Entschluss Ghega's, des grossen Ingenieurs, der uns auch die Entwickelung des Locomotivbaues durch die maschinellen Leistungen so eingehend vorführt, gereift: den Semmering auf langen Strecken mit 1 : 40 zu befahren, zumal der Oberbau bis dahin schon jene Vollkommenheit erlangt hatte, welche denjenigen schweren Maschinen vorausgehen musste, deren Gewicht von 2½ Tonnen im Jahre 1813, auf 5 Tonnen im

Jahre 1815, dann auf 15 Tonnen im Jahre 1840 und auf 34 Tonnen im Jahre 1850 gestiegen war.

Schon die am 29. Juli 1851 unternommene Probefahrt mit der 327 Centner (exclusive Tender) schweren, österreichischen Maschine „Save“, welche auf 1 : 40 und in 900 Fuss Krümmung mit $3^1/_2$ österreichischen Meilen Geschwindigkeit 939 Centner Bruttolast (exclusive Tender) zog: gewährleisteten den Erfolg der vier erschienenen Preismaschinen „Bavaria“, „Wiener-Neustadt“, „Seraing“ und „Vindobona“ und die unter den Augen der Preisrichter v. Burg, Kirchweger, Exter und v. Engerth vorgenommenen Probefahrten zwischen dem 13. August und 16. September 1851 müssen als österreichische Siegesfahrten auf dem Gebiete der Cultur der Menschheit erachtet werden.

Es war eingetroffen, was Ghega's — dieser Stolz Oesterreichs — scharf beobachtender Geist vorhergesagt hatte, dass unser Vaterland mit sicherer Hand die Locomotivbahn ergreife; denn die in der folgenden Tabelle skizzirten Leistungen der vier Semmering-Preismaschinen übertrafen nicht nur alles bis jetzt im Gebiete der Locomotivleistungen Dagewesene, sondern auch die gehegten Erwartungen.

Locomotivleistungen auf starken Bahnsteigungen.

Jahr	Bahnstrecke	Vorhandene Steigung	Maassgattung	Leistung			Auf 1 : 40 beobachtetes und reducirtes Product aus der bewegten Last in die Geschw. pr. Stunde Metr. Tonnen × Kilom.
				Bruttolast	Geschw. pr. Stunde	Moment	
1840	Birmingham - Gloucester	1:37	Engl. Tonnen u. Meilen	24	13	312	551.1
1842	Baltimore - Ohio .	1:64		76.5	8.5	650	663.8
1842	Boston - Albany .	1:65		80	11	880	889.4
1843	Baltimore - Ohio .	1:64		120	8	960	981.0
1845	Lüttich-Ans . . .	1:36		60	9	540	981.0
1848	Neumarkt - Marktschorgast . .	1:40		85.5	10.5	898	1.468.2
1850	Geislingen-Amstetten	1:36		102	9.5	969	1.407.2

Jahr	Bahnstrecke	Vorhandene Steigung	Maassgattung	Leistung: Bruttolast	Leistung: Geschw. pr. Stunde	Leistung: Moment	Auf 1 : 40 beobachtetes und reducirtes Product aus der bewegten Last in die Geschw pr. Stunde Metr. Tonnen × Kilom.
	Semmering:						
1851	Preismaschine: „Vindobona“ . .	1:40	Wr. Ctr. u. österr. Ml.	2583—2586	1.56—2.06	4.667.5	1.983.7
„	dto. „Wiener - Neustadt“ . . .	1:40		2500—2740	1.50—2.3	4.902.3	2.083.5
„	dto. „Seraing“ . .	1:40		2507—2718.6	1.70—2.10	5.025.3	2.135.7
„	dto. „Bavaria“ . .	1:40		3060.2—3402	1.88—2.44	6.878.9	2.924.0

Mit der Eröffnung der Semmeringbahn (17. Juli 1854) war das Hinderniss der Hochgebirge für die fortschreitende Menschheit überwunden und des berühmten Göttingers Albrecht v. Haller noch am Schlusse des vorigen Jahrhundertes ausgesprochener Satz: „Ueber die Alpen geht kein Rad“ war hingesunken unter die Fussspuren der ausschreitenden Cultur. Unterstützt durch die glanzvollen Studien unseres Landsmannes Redtenbacher (1855) und durch die praktischen Erfolge der namhaften Maschinenbauer unserer Zeit, die in der Specialgeschichte des Locomotivbaues ihre volle Würdigung finden, drangen die Eisenbahnen immer ausgedehnter vor auf ihrem Wege in die Gebirge, wie dies die folgende Tabelle der Culminationshöhen im Baue begriffener und ausgeführter Hochgebirgsbahnen zeigt.

Apenninen Meter	617.7	Mont Cenis Meter	1338.4
Semmering „	895.3	N. Pacific „	1625.7
Kaukasus „	975.3	C. Pacific . . . „	2140.2
St. Gotthard . . . „	1152.4	U. Pacific . . . „	2513.8
Brenner „	1367.1	Anden „	4769.0

Ueberall, wo der gesittete Mensch sesshaft ist, tönt der Schrill der Locomotive, überall bedient sich die Cultur des Hebels der

Eisenbahnen, und das System der fortschaffenden Mechanik, wie v. Baader es träumte, hat seinen Weg auf luftigen Eisenviaducten, zwischen Felsgestein und durch die Krusten der Scholle gefunden; wir fahren unter unseren Wohnungen dahin — ja selbst der Meeresgrund ist ausersehen, die Stätte zu bieten, auf der wir unterhalb des Kieles des Schiffes dem Drange der Menschheit nach ununterbrochenem Verkehre sein Recht gewähren sollen.

§. 6. Das Eisenbahnnetz der Gegenwart.

Und wie rasch wir des neuen Verkehrsmittels Kraft erfasst und wie wir Oesterreicher es aufgenommen haben, das lehren die drei folgenden Tabellen.

Zur Tabelle Nr. 2 ist zu bemerken, dass die letzte Columne „Mittlere Proportionale" nach Dr. Engel gewählt ist; ihre Werthe bestehen aus der Quadratwurzel der Producte der in den beiden voranstehenden Columnen enthaltenen Zahlen $\sqrt{(\text{Fläche} \times \text{Bevölkerung})}$; Dr. Engel nennt diese Werthe „Eisenbahnausstattungsziffern", indem dieselben ein solches Verhältniss des Eisenbahnnetzes der einzelnen Länder angeben, welches zugleich die Bevölkerung und den Flächeninhalt berücksichtiget.

Tabelle 1. Entwickelung des Eisenbahnnetzes der Erde (Nach Stürmer).

Name des Landes	Eisenbahnlänge in Kilometern am Schlusse des Jahres						
	1830	1840	1850	1860	1865	1870	1871
Deutschland . .	—	469	5.856	11.089	13.900	18.667	20.980
Oesterreich . .	121	426	2.214	5.161	6.397	9.762	11.899
Grossbritannien	92	1.349	10.655	16.790	21.386	24.373	24.603
Frankreich . .	32	427	2.996	9.431	13.577	17.602	17.666
Belgien	—	334	854	1.706	2.250	2.997	3.041
Niederlande . .	—	17	179	388	865	1.588	1.616
Schweiz	—	—	28	1.097	1.340	1.448	1.472
Italien	—	8	426	1.800	3.982	6.175	6.378
Spanien u. Portugal	—	—	28	1.716	5.461	6.015	6.108
Dänemark . . .	—	—	30	111	419	764	876
Schweden und Norwegen . .	—	—	—	599	1.580	2.102	2.258
Russland . . .	—	27	500	1.590	3.926	11.243	13.950
Türkei und Griechenland . .	—	—	—	66	66	1.008	1.062
Europa .	245	3.057	23.766	51.544	75.149	103.744	111.909
Asiatische Türkei	—	—	—	43	148	234	234
Ostindien . . .	—	—	—	1.354	5.420	7.789	8.190
Java	—	—	—	—	—	109	109
Asien .	—	—	—	1.397	5.568	8.132	8.533
Algier	—	—	—	—	51	507	507
Aegypten . . .	—	—	—	443	575	1.055	1.055
Britisch-Afrika	—	—	—	3	211	211	211
Afrika .	—	—	—	446	837	1.773	1.773
Vereinigte Staaten	87	5.340	13.819	49.223	56.880	87.758	100.818
Britisch - Nordamerika . . .	—	—	—	2.864	3.589	4.312	4.634
Mexico	—	—	12	32	142	349	387

Name des Landes	Eisenbahnlänge in Kilometern am Schlusse des Jahres						
	1830	1840	1850	1860	1865	1870	1871
Columbia u. Honduras	—	—	—	76	76	166	166
Cuba u. Jamaica	—	194	425	629	665	683	683
Venezuela . . .	—	—	—	—	—	13	13
Britisch-Guyana	—	—	—	—	32	96	96
Brasilien . . .	—	—	—	127	450	787	812
Argentina und Uraguay . .	—	—	—	—	300	1.079	1.137
Paraguay . . .	—	—	—	—	72	72	72
Peru	—	—	—	89	89	411	411
Chile	—	—	—	195	440	732	732
Amerika .	87	5.534	14.256	53.235	62.735	96.398	109.961
Australien .	—	—	—	264	825	1.812	1.812
Totalsumme .	**332**	**8.591**	**38.022**	**106,886**	**145.114**	**221,859**	**233.988**

Tabelle 2. Eisenbahnnetz der Erde am Schlusse des Jahres 1875.
(Nach Stürmer.)

Land	Länge der Eisenbahnen in Kilomtr.	Auf 1 geogr. □Ml. entfallen Eisenbahnen in Kilomtr.	Auf 10.000 Einwohner entfallen Eisenbahnen in Kilomtr.	Mittlere Proportionale
1. Europa				
Belgien	3.479	6.50	6.62	6.53
Grossbritannien	26.870	4.69	7.86	6.07
Schweiz	2.080	2.76	7.79	4.64
Deutschland	27.956	2.84	6.80	4.40
Niederlande incl. Luxemburg . . .	1.895	2.94	4.78	5.75

Land	Länge der Eisenbahnen in Kilomtr.	Auf 1 geogr. □Ml. entfallen Eisenbahnen in Kilomtr.	Auf 10.000 Einwohner entfallen Eisenbahnen in Kilomtr.	Mittlere Proportionale
Frankreich	21.587	2.25	5.98	8.67
Dänemark	1.260	1.81	6.72	5.49
Oesterreich-Ungarn	17.368	1.53	4.73	2.60
Schweden	3.967	0.53	9.14	2.21
Italien	7.688	1.42	2.87	2.02
Spanien	5.796	0.64	3.56	1.51
Rumänien	1.233	0.56	2.73	1.23
Portugal	1.033	0.61	2.35	1.20
Russland	18.547	0.19	2.52	0.69
Türkei	1.537	0.23	1.83	0.65
Norwegen	499	0.09	2.78	0.48
Griechenland	12	0.013	0.082	0.033
Summe	142.807			
2. Asien.				
Kaukasien	1.004	0.12	2.05	0.51
Ostindien	10.443	0.24	0.54	0.36
Ceylon	132	0.11	0.55	0.25
Java	261	0.10	0.14	0.12
Kleinasien	401	0.011	0.30	0.059
Japan	61	0.011	0.018	0.014
Summe	12.302			
3. Afrika.				
Mauritius	106	3.05	4.34	3.19
Algier	537	0.044	2.50	0.33
Aegypten	1.528	0.037	0.90	0.18
Capland	108	0.010	1.50	0.12
Tunis	60	0.028	0.30	0.091
Summe	2.279			

Land	Länge der Eisenbahnen in Kilomtr	Auf 1 geogr. □Ml. entfallen Eisenbahnen in Kilomtr.	Auf 10.000 Einwohner entfallen Eisenbahnen in Kilomtr.	Mittlere Proportionale
4. Amerika.				
Vereinigte Staaten	119.824	0.86	31.07	5.17
Canada	6.609	0.24	18.19	2.10
Cuba	640	0.29	4.57	1.16
Chile	991	0.16	4.79	0.87
Uruguay (1874)	350	0.093	6.77	0.79
Peru (1874)	1.549	0.053	6.19	0.57
Argentina	1.584	0.027	8.44	0.48
Panama	76	0.060	3.45	0.45
Jamaica	43	0.21	0.85	0.43
Costarica	47	0.046	2.54	0.34
Honduras	90	0.040	2.56	0.32
Britisch-Guyana	96	0.023	4.46	0.32
Paraguay (1874)	72	0.027	3.26	0.29
Bolivar	30	0.023	1.71	0.20
Brasilien	1.338	0.008	1.37	0.11
Mexico	607	0.017	0.65	0.10
Venezuela	13	0.001	0.09	0.01
Summe	133.914			
5. Australien.				
Victoria (1874)	906	0.21	12.05	1.62
Neu-Seeland	383	0.076	13.03	0.99
Neu-Südwales	652	0.045	12.35	0.74
Queensland	423	0.013	35.26	0.69
Tasmania	72	0.058	7.27	0.65
Südaustralien	316	0.017	16.45	0.53
Westaustralien	64	0.0014	25.60	0.19
Tahiti	4	0.19	2.90	0.74
Summe	2.820			
Totalsumme	**294.122**			

Tabelle 3. Entwickelung und Vertheilung

Kronland	1837	1839	1843	1845	1847	1849	1850
	österreichische Meilen						
I. Im Reichsrathe vertretene Königreiche und Länder.							
Oesterreich unter der Enns	1.73	10.87	23.56	24.15	30.52	33.21	33.21
Oesterreich ob der Enns	...	...	...	...	...	...	...
Salzburg	...	...	...	...	...	...	...
Steiermark	...	...	12.48	12.48	29.89	34.89	34.89
Kärnten	...	...	...	...	...	...	...
Krain	...	...	...	...	...	6.71	6.71
Küstenland	...	...	...	...	...	...	...
Tirol und Vorarlberg	...	...	...	...	...	...	...
Böhmen	...	...	...	24.49	24.49	26.60	40.70
Mähren	...	7.94	26.19	34.59	40.05	49.97	49.97
Schlesien	...	...	...	...	4.71	4.71	4.71
Galizien	...	...	...	...	...	...	...
Bukowina	...	...	...	...	...	...	...
Dalmatien	...	...	...	...	...	...	...
Summe	1.73	18.81	62.23	95.71	129.66	156.09	170.19
II. Länder der ungarischen Krone.							
Ungarn mit Fiume	...	...	...	...	20.91	23.05	28.86
Kroatien und Slavonien mit dem Grenzgebiete	...	...	...	...	...	...	...
Siebenbürgen	...	...	...	...	...	...	...
Summe	...	...	...	...	20.91	23.05	28.86
Totalsumme	**1.73**	**18.81**	**62.23**	**95.71**	**150.57**	**179.14**	**199.05**

des Eisenbahnnetzes in Oesterreich-Ungarn.

	1855	1860	1865	1870	1871	1872	1873	1874	1875
	österreichische Meilen								
	36.94	60.88	60.88	102.05	116.37	132.95	139.83	143.26	143.26
	. . .	17.97	28.57	42.09	42.09	53.27	61.71	61.71	61.71
	. . .	4.68	4.68	4.68	7.12	7.12	7.54	7.54	35.35
	36.66	48.74	63.88	87.03	87.03	97.93	115.37	115.37	115.37
	. . .	. . .	13.44	30.77	43.17	43.17	46.87	46.87	46.87
	6.71	19.71	19.71	32.58	32.58	32.58	32.35	32.35	32.35
	. . .	12.60	12.60	12.60	12.60	12.60	19 57	19.99	19.99
	. . .	22.19	22.19	38.80	54.83	65.11	66.20	66.20	74.50
	43.69	74.70	115.57	203.73	289.42	329.38	375.41	414.27	451.93
	49.97	52.97	52.97	83.02	101.08	111.47	123.71	123.71	123.71
	16.43	16.62	16.62	20.69	29.44	40.97	41.27	41.27	41.27
	. . .	48.23	90.79	114.82	121.62	163.27	170.55	170.82	185.08
	. . .	. . .	. . .	17.09	14.09	17.09	17.09	17.09	17.09
	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
	190.40	379.29	472.20	789.95	954.44	1106.91	1217.47	1260.45	1348.48
	72.48	210.89	261.90	386.04	493.60	?	?	?	?
	. . .	. . .	16.91	34.66	34.66	?	?	?	?
	. . .	. . .	. . .	35.58	50.34	?	?	?	?
	72.48	210.89	278.81	456.28	578.60	789.32	903.51	939.77	950.97
	262.88	**590.18**	**751.01**	**1246.23**	**1533.04**	**1896.23**	**2120.98**	**2200.22**	**2299.45**

VII. Capitel.

Der Bau der Eisenbahnen als specieller Culturfactor.

§. 1. Seine Macht als Arbeitsobject.

Die beiden Umstände, dass jeder Eisenbahnbau ein bedeutendes Quantum Muskelarbeit verbraucht und dass die alljährliche Zunahme des Bahnnetzes sehr gross ist, haben den Bahnbau zu einem aussergewöhnlich intensiven Arbeitsherde gestaltet, welcher direct und indirect als Erwerbsquelle wirkt.

1. Directer Nahrungszweig.

Rechnet man, um von der Grösse dieses Nahrungszweiges einen wenigstens annähernden Begriff zu erhalten, in ganz abgerundetem Ueberschlage, dass zwei Drittel des Baupreises für Arbeitslöhne und Fuhrleistungen ausgegeben werden, dass der Baupreis einer Meile Bahn (exclusive Grundkauf, Schienen, Schwellen und Betriebsmateriale) beispielsweise 500.000 fl. betrage und dass der mittlere Lohnsatz 1 fl. (einschliesslich der Fuhren) per Arbeitstag sei: so würden bei dem rund 40.000 Meilen messenden Eisenbahnnetze der Erde während 45 Jahren im Ganzen circa 13.330 Millionen oder pro anno 300 Millionen Arbeitstage aufgewendet worden sein, das heisst der bisherige Eisenbahnbau (seit 1830) hat alljährlich circa 1 Million Arbeiter, oder inclusive deren Angehörige, circa 2·5 Millionen Menschen ernährt.

Für Europa allein würden sich nach demselben (ganz oberflächlichen) Rechnungsmodus und innerhalb der 10 Jahre 1865 bis 1875 täglich ebenfalls 1,000.000 Arbeiter = rund $2^1/_2$ Millionen Menschen = $^1/_{120}$ = 8 Percent der Gesammtbevölkerung als vom Eisenbahnbaue direct ernährt beziffern; für Oesterreich-Ungarn, welches zwischen 1865—1875: 1548·5 Meilen gebaut hat, würde sich die täglich beim Eisenbahnbau direct verwendete Arbeitermasse mit 172.000 Köpfen und einschliesslich ihres Familienstandes

mit circa 430.000 Köpfen = 12 Percent der Gesammtbevölkerung berechnen. Immerhin, wie allgemein dies Exempel auch gehalten sei, ein Arbeitsmoment, das gewichtig in die Wagschale unserer socialen Verhältnisse fällt und dessen Stockung schon aus diesem einen Grunde des directen Broterwerbes im sogenannten armen Stande, tief einschneidet in die Wohlfahrt des Volkes.

2. Indirecter Nahrungszweig.

Das vorhin ausgeschiedene Drittel des Baupreises wird auf Baumaterialien, Geräthe und eiserne Brücken verwendet; ausserdem braucht der eigentliche Bau Schienen und Schwellen und die fertige Bahn Betriebseinrichtungen; rechnet man alle diese Posten zusammen, so wird exclusive der Geldbeschaffung, der Intercalarzinsen und der Grundeinlösung doch wenigstens noch ein Betrag von 300.000 fl. per Meile und im Mittel zur Ausgabe gelangen, der sich schliesslich wieder in reine Arbeitslöhne auflöst. Diese Auflösung durchwandert aber die Stadien des Besitzes, der Rohproduction, der Fabrication und des Handels; es möchten also etwa nur 50 Percent jener Summe auf indirect erzielte Arbeitslöhne, also circa 150.000 fl. per Meile entfallen. Rechnen wir analog dem Obigen, so würden rund und beispielsweise in Oesterreich indirect durch den Eisenbahnbau noch weitere 77.500 Arbeiter = 193.700 Köpfe der Bevölkerung täglich ernährt werden, wenn im Tempo von 1865 bis 1875 weiter gebaut würde.

Die durch den österreichischen Eisenbahnbau innerhalb der letzten 10 Jahre ständig ernährten Menschen werden demnach und ungefähr die Zahl 623.700 umfassen. Wie wichtig also die sociale Macht des reinen Muskelarbeitsobjectes der Eisenbahnen ist, lässt sich schon durch den Vergleich illustriren, dass der Eisenbahnbau in Oesterreich etwa das Doppelte an Menschen nährt, wie der Staat Köpfe im stehenden Heere erhalten muss.

Wie ziffermässig mangelhaft auch die vorstehende Berechnung sein mag, so berechtiget dieselbe doch vollkommen zu dem Schlusse, dass der Staat eine Unterbrechung des Bahnbaues schon in dem einzigen Factor des Nationalwerthes, der Muskelarbeit, tief em-

pfinden muss und dass es staatspolitisch nothwendig ist, alle indirecten Erwerbsquellen des Eisenbahnbaues innerhalb die Grenzen des Staatenverbandes zu legen.

3. Beförderung der Wohlhabenheit der Baugegend.

Die vorhin angedeutete Höhe des Geldumsatzes, welcher sich direct in der Baugegend vollzieht und zum grössten Theile daselbst verbleibt, erklärt vollkommen die Thatsache, dass der Wohlstand der Baugegend mit dem sich vollziehenden Bahnbaue wie mit einem Schlage mächtig wächst, und diese plötzlich eingetretene Einnahmsquelle hilft der Baugegend in Wirklichkeit so auf, dass ihr gesammtes Wirthschaftsleben, welches den besitzenden Stand ebenso tangirt wie den Handels- und Gewerbestand und wie die örtliche Industrie, mit der Festnagelung der letzten Bahnschiene in eine neue Epoche getreten ist, welche durch die Erzielung materieller Unterlage jene weiteren Wirthschaftsthaten vorbereitet, die das Dampfross, einmal auf den Schienen laufend, potenzirt.

4. Beitrag zur Lösung der socialen Arbeiterfrage.

Der oben gegebene ziffermässige Ausdruck der Arbeiterzahl, wenn er auch, wie schon mehrmals betont wurde, nur ein ganz genereller und beispielsweiser sein kann, genügt vollkommen, um die Quote zu taxiren, welche der Eisenbahnbau in der staatspolitischen Arbeiterfrage absorbirt. Sie erscheint staatswissenschaftlich umso intensiver, als gerade der bei den Erd-, Felsen- und Schotterarbeiten, sowie bei den Hilfeleistungen als Taglöhner beschäftigte Eisenbahnarbeiter das tiefststehende Arbeitselement repräsentirt, weil er seinem Arbeitsobjecte nur mit seiner Muskelkraft dienen und ihm die vervollkommnetere Gestalt nur in ganz untergeordnetem Maasse geben kann, das heisst, weil ihm die Triebfeder der Veredlung seiner Arbeitsleistung, also jenes ethische Moment abgeht, welches den Menschen immer höher hebt. Die Uniformität der Arbeit in den quantitativ überwiegenden Theilen des Eisenbahnbaues lenkt die Seele des betreffenden Arbeiters ab von seinem Thun, er sinkt zur Muskelmaschine herab, und dieser Abgang der ethischen Kraft hält ihn auf dem tiefsten socialen Stande der arbei-

tenden Classe überhaupt, und umso tiefer, je mehr der Hang zum Nomadisiren geduldet, je mehr die sittliche Entbehrung des Familienlebens niederdrückt, die Sonntagsarbeit demoralisirt, die Mitarbeit der Frauen statthaft ist, je weniger die Erziehung gerade dieses Taglöhnerstandes in die Hand genommen wird und je kälter sich der hier so wichtige Baubeamte dieser bedeutsamen socialen Frage gegenüberstellt.

Dieser Taglöhnerstand, dem sein Arbeitsobject in dem losgeschaufelten Bodenstücke, in dem weggesprengten Felsgesteine, in dem Aufwuchten der Last und in dem Fortkarren der gelösten Masse verloren geht, ist nun einmal durch den Eisenbahnbau geschaffen, und der Staat muss mit ihm rechnen, und umso mehr, je schwunghafter er bisher den Eisenbahnbau betrieben hat. Und wenn man auch füglich das Princip der directen Staatshilfe nicht genehmigen kann, so muss doch der Weiterbestand des Eisenbahnbaues als ein höchst werthvolles Arbeitsobject für diesen geistig und physisch armen Stand beachtet werden, und zwar solange, bis dieser, dem Gewerbe seit fast zwei Generationen entfremdete und durch die Ausdehnung des erbauten Bahnnetzes quantitativ so entwickelte Stand für das Gewerbe erzogen worden ist oder der entfalteteren Industrie successive übergeben werden kann.

§. 2. Seine Macht als Förderer der Wissenschaft.

1. Die Beförderung der Bauwissenschaften im Allgemeinen.

a) Der Eindruck der Grossartigkeit.

Diesen Eindruck übt der Eisenbahnbau durch seine Dimensionen, seine Zusammendrängungsfähigkeit der Menschen, seine kurze Zeitbemessung und durch seine grossartige technische Fragestellung. Dieser Eindruck ist ein so gewaltiger, dass er neben dem allgemeinen, civilisatorischen Momente noch besonders das Bauelement überhaupt fördert, weil die sichtbaren Wirkungen auf das Kleine übertragen, auch wieder dieses günstiger und rationeller erfassen, also der Cultur überhaupt und den Bauwissenschaften im Besonderen jene Bremsung geraubt wird, welche sich in der

Summirung alles Kleinlichen schliesslich zu so bedeutender, den Fortschritt hindernder Macht gestaltet.

b) Die Vielfältigkeit der Erfahrungen.

Die Bauwissenschaften wie das ausübende Baugewerbe haben durch den Eisenbahnbau eine fast unendliche Fundgrube theoretischer Anregungen und der Erfahrungen erschürft, weil der Charakter des Bahnbaues ein solcher ist, dass er nicht nur durch seine Erstreckung, seine Quantität, sondern mehr noch durch den Entfall der Wahl zwischen Schwierigkeit und Leichtigkeit beim Vorgehen und durch das Eintreten früher nicht gekannter Kriterien und Beobachtungen wirkt.

c) Die Einführung der Baumaschine.

Die beim Bahnbaue vorkommenden Dimensionen und die Ansprüche der Schnelligkeit des Vorgehens haben uns Eisenbahningenieure den Werth der Baumaschine ganz besonders und in einem früher im Bauwesen nicht bekannten Masse kennen lernen, und den technischen Ausbau dieser Maschinengattungen wesentlich fördern lassen. Wir stehen in der Nachahmung der Vorgänger in Amerika und England, die zunächst aus Mangel an Arbeitskräften zuerst nach der Baumaschine griffen, heute noch immer auf dem Continente zurück, und umso weiter zurück, je mehr man in die bevölkerten und in solche Länder geräth, deren Bildungsgrad sich durch die noch vorhandene Menge der Taglohnarbeiter kennzeichnet; denn das Maass dieser geistig armen Menge von Menschen ist das eigentliche Kriterium des civilisatorischen Zustandes eines Landes. In dem Maasse also, als wir Ingenieure selbst in den, an Taglöhnern reichen Staaten uns der Baumaschine bedienen, entziehen wir allerdings, jedoch sehr langsam, diesem Stande bis zu einem gewissen Grade sein Brod; allein wir nützen uns mit diesem Vorgange materiell durch den Ergriff der schon so hoch entwickelten Baumaschine nicht nur selbst, sondern wir drängen den abgewiesenen Arbeiter indirect an eine seines Geistes würdigere Stelle und wir folgen damit dem grossen humanistischen Zwecke: den Menschen wenigstens

jene Arbeit abzunehmen, die ebenfalls das Thier verrichten kann, und ihm nur jene zuzuweisen, bei der die Mitarbeit des Geistes geboten oder unentbehrlich ist.

d) Beförderung der bautechnischen Theorien.

Wenn schon, wie wir an späterer Stelle skizziren werden, der Eingriff des theoretischen Elementes in die Bautechnik bereits vor der Zeit der Eisenbahnen hoch entfaltet war, und zwar so hoch, dass die plötzlich erscheinenden Eisenbahnbauten schon ihre theoretische Unterlage fanden: so ist doch die schon vorhin hervorgehobene Vielheit der Erfahrungen und die durch den Eisenbahnbau entstandene Mannigfaltigkeit gänzlich neuer Constructionsfälle Ursache gewesen, dass die verschiedenen bautechnischen Theorien, besonders jene des Erdbaues, der Stützungsmauern, der Gewölbe, dann jene der Festigkeit der Materialien, der hölzernen und eisernen Brücken ganz wesentlich befördert worden und einzelne theoretische Betrachtungen, wie jene über den Oberbau etc. ganz neu entstanden sind.

2. Begründung neuer Baudisciplinen.

a) Der Erdbau im Allgemeinen.

Diese Baudisciplin ist durch den Eisenbahnbau in eine ganz neue Gestalt versetzt worden, und ihre gegenwärtigen Maassnahmen sind Folgen neuer theoretischer Anschauungen und materieller Forderungen, betreffen diese Letzteren nun die Geldfrage, die Zeitfrage, die Frage der Festigkeit oder die Frage der Disposition. Wir gewältigen den Erdbau seit dem Erblühen des Eisenbahnbaues nicht mehr in jener rohen Form, welche den alten Strassen- und Canalbauten eigen war, sondern wir packen ihn in jener verfeinerten Weise an, welche eine Consequenz mannigfacher wissenschaftlicher Errungenschaften und empirischer Funde ist und welche die Haltbarkeit, die Vorausbemessung der Rutschungen, die Raschheit und durch Maschinen unterstützte Billigkeit des Schaffens, das Maximum der maschinellen Transportweite und Hebung, das Erblühen der Angriffsweise (z. B. englischer Einschnittsbetrieb) etc., zum Gegenstande haben. Denn wir Ingenieure erfüllen das Wort der

Bibel, dass der Glaube, allerdings jener an die Macht des Geistes, in Wirklichkeit Berge versetzt.

b) Der Tunnelbau im Allgemeinen.

Die wissenschaftliche Durchbildung des Tunnelbaues, der in früheren Zeiten fast ausnahmslos bei Druck nur in engen und nur bei Felsen in weiten Profilen geübt wurde, datirt wesentlich erst seit dem Erstehen der Eisenbahnen und werden wir auf das Thema der diesfälligen, hervorragendsten Errungenschaften weiter unten bei dem Berichte über die ausgestellten Objecte des Tunnelbaues noch zu sprechen kommen.

c) Grabemaschinen.

Die Excavateurs haben, wenn auch vornehmlich im Canalbaue herausgebildet, doch durch den Eisenbahnbau, namentlich in Amerika eine Ausbildung in der Form der sogenannten Trockenbagger erhalten, welche selbst in einer Skizze der Einflüsse des Eisenbahnbaues auf die Bauwissenschaften um dessentwillen genannt werden muss, weil die immer mehr erstehende Vervollkommnung dieser Maschinen, welche ebenfalls im Verlaufe dieser Arbeit noch kurz berührt werden wird, und die in den Schrämmaschinen des modernen Bergbaues ein so würdiges Pendant finden, für die Zukunft der Wissenschaft des Eisenbahnbaues von immenser Bedeutung sein wird, eine Bedeutung, welche kommende Weltausstellungen thatsächlich documentiren werden.

d) Bohrmaschinen.

Die zur Ueberwindung des festen Gesteines geschaffenen Bohrmaschinen, deren moderne Leistungen ebenfalls im Verlaufe dieser Arbeit näher geschildert werden sollen, sind, geschaffen durch das kühne Werk des Tunnels durch den Mont-Cenis, ausschliesslich Kinder des Eisenbahnbaues, wie sehr auch ihre Ausbildung durch die Anwendungen im Bergbaue anerkannt werden muss. Und durch die Geltendmachung der Bohrmaschine hat der Eisenbahnbau einen grossen Theil jenes Dankes zurückerstattet, welchen diese Baudisciplin überhaupt dem alten, ehrwürdigen Berg-

baue, diesem unseren Lehrmeister in so vielerlei Richtung immer schulden wird.

e) Pneumatische Fundirung.

Wenn auch durch den Bergingenieur Triger zum erstenmale bei der Teufung der Schächte verwendet und demnach als ein Kind des Bergbaues dastehend, ist die Kunst, mit Luftdruck zu fundiren, doch ganz entschieden von dem Eisenbahnbaue cultivirt und schliesslich auf jene staunenswerthe und den menschlichen Geist so hervorragend auszeichnende Höhe gelangt, die wir ebenfalls bei der Vorführung der betreffenden Ausstellungsobjecte noch eingehend kennen lernen werden.

f) Eiserne Brücken.

Obschon, wie bekannt, der Bau der eisernen Brücken schon vor der Zeit der Eisenbahnen vorhanden war, so ist diese Disciplin, sowohl den eigentlichen Brückenträger, wie den eisernen Pfeiler betreffend, durch den Eisenbahnbau doch in einem solchen Maasse zur Anwendung und Ausbildung gelangt, dass man auch diese Disciplin völlig als eine neue, dem Eisenbahnbaue zuzumessende Errungenschaft zu verzeichnen hat.

g) Die Bauadministration.

Soferne es zulässig ist, die Administration eines Baues unter die Baudisciplinen zu rangiren, muss man auch einräumen, dass der Eisenbahnbau als solcher, eine ganz neue, stylvollere Anordnung der Verwaltung eines Baues geschaffen und dadurch in einem sehr bedeutenden Theile culturell eingewirkt hat, eben weil die Grossartigkeit einer solchen Bauleitung nicht nur ein neues Administrationsgefüge, welches sich der allein zweckmässigen Form des Militarismus nähert, geschaffen, sondern auch eine Rückwirkung auf Geschäfte ähnlicher, grosser Art geäussert hat.

3. Förderung allgemeiner Wissenschaften und Künste.

a) Der Einfluss auf das menschliche Wissen im Allgemeinen.

Der Bau der Eisenbahnen allein hat wegen der schon erwähnten physischen Formen und wegen seiner Macht als Arbeits-

object in alle Schichten der Gesellschaft tief eingegriffen; es gibt fast keinen Zweig menschlichen Wissens und menschlicher physischer Thätigkeit, welche nicht von dem grössten aller Baufactoren, der jemals, seit die Menschen leben, erschienen ist, ergriffen worden ist und, solange Bahnen gebaut werden, davon berührt werden wird. Es ist eben ein Kriterium der öffentlichen Bauthätigkeit, dass diese derartig reagirt.

Der Philosoph wie der Rechtsgelehrte, der Theolog wie der Staatsmann, der Techniker, Industrielle und der Gewerbsmann wie der Land- und Forstwirth und der Handelsstand, der Arzt wie der Stratege, der Gelehrte wie der Finanzmann; und überhaupt der Volkswirth wie der Arbeiter, alle werden von den Wellen dieser grossen Bauthätigkeit berührt. Insbesondere aber sind es die Vertreter der Naturwissenschaften, welche in den Forderungen des Eisenbahnbaues und in den Objectäusserungen durch denselben ganz wesentlich tangirt werden; und ich erinnere hier beispielsweise nur an das Versuchsfeld, welches der durch den Eisenbahnbau so enorm vermehrte Eisenmarkt und dieser wieder reagirend auf den Kohlenmarkt im Gebiete jener Naturwissenschaften äussert, die den Zwecken der Eisenindustrie und des Bergbaues dienen.

Es kann selbstredend dieses hochinteressante Thema nur angedeutet und in keiner Specialität ausgesponnen werden; nur in einigen wenigen Strichen sei es gestattet, diese Skizze bezüglich einiger den Bauingenieur zunächst tangirenden wissenschaftlichen Stoffe hier noch zu markiren, nämlich bezüglich der Feldmesskunst, der Geographie und der Geologie.

b) Feldmesskunst und der bezügliche Instrumentenbau.

Die Feldmesskunst hat durch das Traciren der Bahnen eine Höhe erlangt, welche ehedem nicht gekannt wurde, welche in der Raschheit der Projectirungsarbeit, in der bildlichen Darstellung der letzteren und in der Hervorrufung von Instrumenten besteht, die man früher in der für diese Zwecke des Eisenbahnbaues (im weiteren Sinne) erfahrenen Durchbildung gar nicht gekannt hat; ich weise in dieser Hinsicht nur auf die verallgemeinerte Art der Darstellung von Schichtenplänen, auf die Vervollkommnung der baro-

metrischen Messungen und auf die Schaffung des Tacheometers, des Planimeters und des Rechenschiebers hin.

c) Geographie.

Durch die Ausdehnung des Eisenbahnnetzes und durch die Herstellung von Schichtenkarten innerhalb der technischen Grenzen dieses Netzes hat die Wissenschaft der Geographie zahllose Höhenmessungen und orographische Darstellungen ausgedehntester Art erhalten, so dass wir der Geographie (inclusive Cartographie) die wesentlich vervollkommnete Kenntniss des Reliefs unserer Erdfläche zugewiesen haben, wie dies beispielsweise die neuesten in der Petermann'schen Monatsheften deponirten, aus Tracirungszwecken entstandenen Schichtenkarten von Kleinasien erweisen.

Ein Aehnliches ist, um es in den allgemeinen Rahmen der Geographie einzubeziehen, mit den für Eisenbahnbauzwecke angestellten meteorologischen Beobachtungen der Fall, dienen dieselben nun zum Studium von Alpenstrecken oder zum Studium über die Durchflussweiten der Brücken.

d) Geologie.

Wenn wir auch die ersten Anfänge des Werdens geologischer Betrachtungen bis auf Thales von Milet, Xenophon, Herodot, Heraklit und Strabo datiren und in Leonardo da Vinci (1452—1519), in Fracastoro (1517), in Georg Agricola (1490—1555), in Simon Majoli (1597) und in Fabio Colonna (1619) die Männer erblicken dürfen, welche den Grund ausgegraben haben, in den das Fundament der heutigen Geologie gebettet wurde; und wenn wir auch die Bestrebungen von Nic. Steno (1669), Rob. Hooke (1688), John Ray (1693), John Woodward (1695), von Arduino (1750), Quettard (1755), Lehmann (1756), Füchsel (1761), T. Bergmann (1769), Demarest (1771) und von Charpentier (1778) als die ersten Bausteine betrachten dürfen, die zu dem heutigen Gebäude der Geologie herbeigetragen wurden, so ist das Fundament dieser Wissenschaft doch erst durch Werner 1780 gelegt worden, welcher in diesem Jahre an der Akademie zu Freiberg seiner Lehre Samen zum erstenmale ausstreute. Der Fundamentbau dieser Wissenschaft

ist also fast gleichzeitig mit James Watts wissenschaftlichem Aufbau der Dampfmaschine begonnen worden und ebenso jung wie diese. Aber dieser Fundamentbau der Geologie dauerte länger, als jener der Dampfmaschine, denn diese erschien zu jener Zeit schon in concreter Form, während mit Werner erst der Gährungsprocess über die Construction des aufzubauenden Domes begann, ein Process, den wir unter dem Schlagworte „Vulcanismus und Neptunismus“ genügend kennen und der durch des Engländers Hutton (1788) Schrift über die „Theorie der Erde“ akademisch eingeleitet wurde. Dieses Kampfes Gewühl, um dessentwillen so unsäglich viel geschrieben wurde und der in des Deutschthums vorhandener Zähigkeit und ehemaliger Neigung zur deductiven Methode in der Wissenschaft seine Kraftmomente fand, dauerte lebhaft an bis zur Zeit der Entstehung der Eisenbahnen. Mit diesen aber wurde der Schurfboden der inductiven Beobachtung, deren Methode ja schon der Engländer William Smith mit seinen Fussreisen zwischen 1790—1815 so erfolgreich betreten hatte, dass Werners Leuchte blässer wurde, in einem Grade gewonnen, der nöthig war, um empirisches Forschen auf wirkliches Sehen zu gründen. Und in der That, in dem Maasse, als die Eisenbahningenieure die Erde aufschaufelten und durchstachen, und in dem Maasse, als die Locomotive die Streiter in der Geologie rasch an Ort und Stelle führte; in dem Maasse also, als die Forscher persönlich vergleichen konnten; in dem Maasse endlich, als die Eisenbahnen den Bergbau förderten und auch durch diesen in den Eingeweiden der Erde vermehrte Beobachtungsstellen geboten wurden: in diesem Maasse verglomm auch der starre Hader der Gelehrten und gedieh das Werk des Forschens. Unter allen diesen Fundamenten aber ist der Eisenbahnbau, diese ausgedehnteste, tiefste Aufackerung der Erdrinde, so jemals vollzogen wurde, seit unser Planet kreist, das wesentlichste von allen, welche den Aufbau der Geologie ermöglichten; denn diese ungeheuere und Milliarden kostende Umwürfelung der Scholle gab die eigentlichen Bausteine zu diesem Aufbaue. Und so sehen wir, dass der heute wieder in unseren Eisenbahndämmen verstürzte Stein mit seinem Petrefacte während seiner Loslösung von dem gewachsenen Felsen, und dass die ehemalige Blösse der heute wieder begrünten Böschung, wie auch

die ehedem enthüllte Wandung unserer Tunnels, alle in ihrer unverfälschten Nacktheit der Natur dereinst die Objecte waren zum Studium der Anatomie der Erdkruste, und dass sie also auch einem anderen, wissenschaftlich hohen Zwecke noch dienten, wie dem, des Dampfrosses Eilen zu gestatten. Und wer den Werth der Geologie erfasst, wer diesen Magnet in der Führung der Bergwerksindustrie und des Tunnelbaues schätzen gelernt, und wer den materiellen Nutzen und die geistige Erwärmung kennen gelernt hat, welchen die Wissenschaft der Geologie gerade auf den weiteren Eisenbahnbau rückwirkend ausübt: der muss wohl gestehen, dass selten die Wechselwirkung zwischen Wissenschaft und Kunst eine so innige und gegenseitig lohnende ist, als zwischen der Geologie und dem Eisenbahnbaue. Ich erinnere nur an den Werth der Geologie bezüglich der Vorausbeurtheilung von Rutschterrains und Tunnelterrains.

§. 3. Seine Macht auf die Thätigkeit in der Industrie, auf die Bodenrente und auf den Geldmarkt.

Auch hier berühren wir Momente, die in Folge der directen Anforderungen des Eisenbahnbaues in einer Ausästung wirken, welche die Wirthschaftsthätigkeit der Menschen in deren entferntesten Theilen berührt und demnach ohne grossen Umfang maassgebend nicht geschildert werden kann. Es sei desshalb nur auf einige markante Beispiele flüchtig hingewiesen, die wir in der Industrie im Allgemeinen, in der industriellen Gestaltung des Baugewerbes, in dem Hüttenwesen, in dem vermehrten Bodenwerthe und in dem frequenten Geldmarkte finden.

1. Einfluss auf die Industrie und das Gewerbe im Allgemeinen.

Wir haben schon vorhin angedeutet, dass es fast kein Gebiet industrieller und gewerblicher Thätigkeit gibt, welches nicht durch den grossen Factor des Baues der Eisenbahnen, von dem wir hier allein sprechen, berührt würde, und die Bedürfnisse der Menschenmenge, so der Eisenbahnbau beschäftiget, wie die directen Baubedürfnisse erklären vollkommen diesen Ausspruch. Jeder

Gegenstand, den wir bei dem Eisenbahnbaue betrachten, sei es das mehr als sonstwo in Anspruch genommene Kleid des Arbeiters, seien es seine Nahrungsmittel, sei es sein Arbeitswerkzeug und Geräthe, sei es der Nagel, den er einschlägt, sei es der Sprengstoff und die Zündschnur, welche er verbraucht, oder sei es der Mörtel und der Ziegelstein, die er in so ansehnlichen Quanten vermauert; sei es nun weiters die Schwelle, die Schiene, der Draht, die eiserne Röhre, sei es der eiserne Brückentheil etc. etc., bestätiget mehr als hinreichend den gesammten Aufschwung der Industrie und des Gewerbes durch den umfangreichen Eisenbahnbau, dessen Stockung in alle Schichten der civilisirten Bevölkerung einschneidend wirken muss.

2. Neue Industriezweige.

Der Eisenbahnbau als solcher hat mehrere früher gar nicht gekannte Industriezweige hervorgerufen, wohin wir insbesondere die Fabrication von Dynamit, die Conservirung der Bahnschwellen die Fabrication der eisernen Brücken und jene des Kleineisenzeuges beim Oberbaue, die Fabrication des Arbeitswerkzeuges und Grossgeräthes, die Specialität der Baumaschinen etc. etc. und jener Bahnschienen rechnen, die den Pferdebahnen nicht bekannt waren.

3. Beeinflussung des Hüttenwesens.

Die heutige technische Gestalt des Hüttenwesens ist durch den Bau der Eisenbahnen (wie auch durch die Anforderung ihres Betriebsmateriales) nahezu allein erzielt worden. Wir weisen, um diesen Satz nur in Andeutung zu begründen, nur auf das seit 1820 vervollkommnete Walzen der Schienen und auf die verschiedenen Gestalten, welche die Eisenwaaren für Bauzwecke erhalten haben; des Weiteren auf die hüttenmännische Specialität des Baues eiserner Brücken und völlig eiserner Pfeiler; auf die Specialitäten des Hartgusses zu Eisenbahnbauzwecken; ferner auf die Entstehung des Bessemerprocesses; namentlich aber auch darauf hin, dass die riesigen Mengen, welche ein Eisenbahnbau an Eisen absorbirt, den gesammten Hohofenprocess völlig umgemodelt haben.

Das Quantum dieser Absorbirung lässt sich nicht schätzen, aber man kann sich eine annähernde Vorstellung davon machen, wenn man erwägt, dass allein der Oberbau der Locomotivbahnen in der letzten Zeit pro anno circa 10 Percent der Jahresproduction an Roheisen beanspruchte. Was nun die durch den Eisenbahnbau in erster, durch den Maschinenbau in zweiter, durch die Kriegsverwaltungen in dritter und durch die sonstigen Bedürfnisse in vierter Reihe veranlasste Umwandlung des Hohofenprocesses anbelangt, so kennzeichnet sie sich genügend durch die folgenden Tabellen.

Veränderungen in der Construction und Production der Hohöfen zu Gleiwitz.

Jahr	Höhe von der Form bis zur Gicht, Meter	Weite des Kohlensackes Meter	Weite der Gicht, Meter	Fassungsquantum, Meter	Production pro Woche, Zollctr.
1799	12.98	3.45	1.25	40.31	339
1829	13.14	3.14	1.36	48.14	504
1834	—	—	—	—	592
1854	15.93	4.39	1.88	115.31	1.100
1872	14.44	5.34	3.92	215.14	6.152
1874	—	—	—	—	7.010

Constructionsveränderungen der Hohöfen in Kärnten.

Jahr	Gestellhöhe	Kohlensackweite	Schachthöhe	Gichtweite
	Meter			
1808	2.69	1.26	6.64	0.55
1872	5.69	4.62	11.59	2.84

Wochenproduction grosser, continentaler Hohöfen.

(pro 1872 in Zollcentner.)

Anina in Ungarn	4.500
Prevali in Kärnten	5.600
Schwechat bei Wien	7.000
Wissen im Siegerlande	10.500
Ilsede in Hannover	11.942

Hohofen zu Ilsede.

Höhe	Kohlensack	Gichtweite	Fassungsraum
Meter			Kubikmeter
16.22	5.26	4.37	216

4. Einfluss auf die Bodenrente.

Der wohlthätige Einfluss des Eisenbahnbaues auf die Bodenrente ist ein ganz ausserordentlich grosser; er gipfelt in drei Momenten, nämlich *a)* in den Folgen des Grundankaufes, *b)* in der Verwerthung des todten Bodens und *c)* in der höheren Forstrente.

a) Grundankauf.

Was zunächst die Folgen des Grundankaufes betrifft, so sind dieselben allerdings mitunter dem Einzelnen, direct Betroffenen, aus bekannten Gründen sehr nachtheilig, im grossen Ganzen aber der umliegenden Gegend, also dem Ganzen, um dessentwillen entschieden von Vortheil, weil mit einem Schlage eine Nachfrage nach Boden eintritt, welche den Preis plötzlich erhöht; und wenn diese Preiserhöhung in einzelnen Fällen wegen ihrer Uebertriebenheit auch wieder nachlassen muss, so lehrt, wie wir Bauingenieure es bei jeder Campagne wahrzunehmen Gelegenheit haben, doch die Erfahrung, dass, von dem Momente des Eisenbahnbaues angefangen, Grund und Boden in der ganzen Gegend des Baues im Werthe gestiegen ist und sich alle kommenden Werth-

bemessungen fortan nach dem Expropriationspreise gewissermassen richten. Jene Behauptungen also, welche dem Bodenentzuge der Agricultur durch den Eisenbahnbau einen gewissen Nachtheil zusprechen, sind allerdings theoretisch richtig, aber in der Praxis von keinem die Wirthschaftsförderung störenden Nachtheile, weil das menschliche Recht der Benützung der Scholle nicht allein in dem Rahmen der Agricultur, sondern in dem der Wohlfahrt der Menschen überhaupt liegt.

b) Verwerthung todten Bodens.

Was die Verwerthung des todten Bodens durch einen Eisenbahnbau anbelangt, so ist dieselbe dreierlei, nämlich α) betreffend eine directe Inanspruchnahme etwaigen wüsten Bodens durch die Bahnanlage, β) beziehentlich einer Verwerthung öden Bodens, als Sand- und Lehmlager, und γ) in Hinsicht der Verwerthung todten Bodens in Form von Steinbrüchen überhaupt und Kalksteinbrüchen im Besonderen.

c) Forstrente.

Was schliesslich die durch den Eisenbahnbau hervorgerufene höhere Forstrente betrifft, so kennzeichnet sie sich durch den Preisaufschwung, welcher vermöge des Bezuges von Gerüstholz, Bauholz, Gerätheholz und Bahnschwellen, wie auch durch den Bezug von Schnittholzwaaren aller Art, endlich durch die, erfahrungsgemäss meist durch den Eisenbahnbau allein eingeleitete Waldindustrie (Sägemühlen) veranlasst wird.

5. Einfluss auf den Geldmarkt.

Der Einfluss des Eisenbahnbaues auf den Geldmarkt ist bekanntlich um dessentwillen ein so ausserordentlich bedeutender und alle anderen industriellen Geschäfte überragender, weil der kolossale Umfang der Bausummen, die Raschheit des Umsatzes, der Durchlauf des Geldes durch viele wirthschaftliche Stationen und die Macht des speculativen Werthes eines Eisenbahnbaues Momente sind, welche den Geldmarkt in einer lebhaften Weise bewegen, so lebhaft, dass die Ueberschäumung der Bauwerthe, also der Unter-

lage der Betriebswerthe, allerdings leicht zu Krisen führt. Diese Krisen sind aber niemals Beweismittel gegen eine ruhig erwogene Eisenbahnbauthätigkeit, welch' letztere, eben wegen ihrer ausserordentlich civilisatorischen und wirthschaftlichen Bedeutung, der Menschheit insolange nicht ungestraft entzogen werden kann, als noch kein Aequivalent ähnlicher Arbeitsquantität durch die Civilisation geschaffen worden ist. Dieses Aequivalent kann in kommenden Zeiten nur jene erhöhte, menschliche Arbeit sein, welche sich auf das Befruchtungsmoment des Betriebes der vollendeten Bahnen stützt. Wir befinden uns also gegenwärtig in einem Uebergangsstadium dieser Arbeit. Der eine Staat ist in diesem Wirthschaftsstadium weiter vorgeschritten, als der andere, zurückgebliebene; und der letztere findet sein diesfälliges wirthschaftliches Speculationsmaass durch den ersteren präjudicirt.

Der mit seinem Eisenbahnnetze mehr, also in dieser Consequenz auch wirthschaftlich überhaupt mehr vorgeschrittene Staat — denn die heutige Wirthschaft ist ja erst vermöge des Fortbewegungsmittels der Eisenbahnen zu ihrem Anwuchse gelangt — muss sich um dessenthalben auch an dem Eisenbahnbaue in den fremden, weniger vorgeschrittenen Staaten betheiligen, und die äussere Form dieser Betheiligung bietet der Geldmarkt.

Der Geldmarkt für den Eisenbahnbau hat also die Aufgabe, erstens seine Wirkung auf das eigene Land und zweitens jene auf das wirthschaftlich zurückgebliebene Ausland zu üben. Die Handelspolitik der Staaten bedarf demnach auch im Wirkungsrahmen des Eisenbahnbaues der Macht des Geistes und der Wirthschaft auf das weniger entwickelte Ausland, also der commerziellen Annectirung desselben, und die Wahl dieser Objecte bedingt sich durch die physische Möglichkeit des Zuganges, also durch die wirthschaftliche Wahlverwandtschaft.

§. 4. Seine civilisatorische Mission.

1. Der Charakter eines speciellen Bildungsmittels für die Baugegend.

Die Thatsache, dass die Eisenbahningenieure, sobald sie in eine entlegene, also immer geistig zurückgebliebene Gegend

gelangen, die Bewohner derselben nach dem vollendeten Eisenbahnbaue auf einer erheblich geistig höher stehenden Stufe verlassen, als auf der sie angetroffen wurden, ist ohne Zweifel ein Ergebniss des Baues selbst. Es erklärt sich diese merkwürdige, weil sich so rasch vollziehende Thatsache ganz einfach dadurch, dass die einem umfangreichen Eisenbahnbaue innewohnenden Bildungsmomente in so aussergewöhnlicher Dosis verabreicht werden. Hierher gehört der persönliche Einfluss der Baubeamten selbst, die Mitbringung ihrer vorwiegend doch besseren Gewohnheiten aus cultivirteren Gegenden, die vermehrte Bekanntschaft mit der Tagespresse, die Zusammenströmung Tausender von Menschen, das in Folge des Eisenbahnbaues sich rasch vollziehende, rege geschäftliche Leben überhaupt und die Geltendmachung jenes ethischen Momentes, welches jeder Arbeitsvermehrung, also namentlich jeder öffentlichen Bauthätigkeit innewohnt.

2. Die Wohlthat der friedlichen Begegnung der Bauvölker.

Das mächtige Zusammenströmen von Menschen verschiedenen Vaterlandes, verschiedener Sprache, verschiedener Sitte, Gewohnheit, Religion, verschiedener staatlicher Erziehung und unterschiedlicher technischer Bildung auf dem Eisenbahnbauplatze — ein Zusammenströmen, welches in der Regel nach vielen Tausenden von Köpfen zählt — sowie die Berührung dieser Menschen wiederum mit jenen in der Baugegend wohnenden: bieten für diese Bauvölker selbst ein Bildungsmittel, welches in hohem Grade sittigend wirkt und in diesem Grade wenig beeinflusst wird von dem sittlichen Tiefgange des einzelnen Individuums.

Die Entwickelung des Eisenbahnnetzes Europas hat dieses sittigende Moment aus zwei Gründen sogar wesentlich befördert; einmal nämlich hat der erleichterte Verkehr thatsächlich Gelegenheit gebracht, dass der Gegend völlig fremde Nationalitäten dem Baue zuströmen können, und zum anderen Male hat dieser erleichterte Verkehr Gelegenheit geboten, dass die einzelnen Ingenieure und die einzelne Arbeitergruppe auch ihrer Specialität nachgehen und diese Fortschritte ständiger Weiterübung auch civilisatorisch weiter tragen können.

Als ein hervorragendes Ausflussmoment der friedlichen Völkerbegegnung auf dem Eisenbahnbauplatze ist auch noch das wesentlich civilisatorisch wirkende Ergebniss der vermehrten Sprachkenntniss hervorzuheben.

3. Die Generalisirung des Baugewerbes.

Auf keinem Gebiete der gewerblichen Thätigkeit hat die Scheidung in Zünfte ehemals jene Berechtigung gehabt, welche den Baugewerben zuzusprechen ist; denn keine andere gewerbliche, wie die Bauthätigkeit, hatte diese strenge Scheidung und Vorbedingung einer fachlichen Vorbildung aufzuweisen. Dieselbe Begründung nun, welche die Zünfte im Bauwesen schuf und zu jener Dogmatik hob, die wir in den Bauhütten des Mittelalters und in der ethischen Form des Maurerthumes zutage treten sehen, gilt auch von der Scheidung der einzelnen Baugewerbe kurz nach der Zeit der Zünfte. Eine solche strenge Scheidung nun hat aber jene Unzukömmlichkeiten, die sich überall im Leben dort äussern, wo Verwandtes schroff zu einander steht, und wird nur dann wieder vermittelt, wenn eine grosse Action den Werth der Gemeinsamkeit erkenntlich macht. Diese Action gegenüber der Scheidung der einzelnen Baugewerbe war ohne Zweifel lediglich der entstehende Eisenbahnbau. Die Eigenschaften dieser Bauthätigkeit und die Form, unter der sie zutage trat, gebot in vielen Dingen den Act technischer Selbsthilfe; die Leistungen des Einzelgewerbes griffen mehr denn früher in einander und das schwer wiegende Moment der fortdauernden Anschauung nivellirte die Schroffheiten des Einzelgewerbes. Und in der That, die vermehrte Bauthätigkeit durch die Schaffung der Eisenstrassen löste auch die Starrheit des Einzelgewerbes: das Handwerk der Steinmetze verschmolz zu einem Theile mit jenem des Maurers und hob sich zum anderen Theile in die Bauhütte des Bildhauers; das Gewerbe des Zimmermannes verschmolz sich in der Einzelperson des vereinigten Maurer- und Zimmermeisters; das Schlossergewerbe überging in die industrielle Thätigkeit, und seine Erzeugnisse wurden currente Handelsartikel; das Gewerbe des Glasers ging in die Hände des Kaufmannes über — und so verlor sich ein Rest der Bauzunft nach dem anderen in der Allgemeinheit des

Baugewerbes, zu dessen Hallen die Constructionsbureaux der Eisenbahningenieure wurden. Und diese, der grossen, umfassenden und kosmopolitisch wirkenden Eisenbahnbauthätigkeit zu verdankende Generalisirung des Baugewerbes verhalf zu liberalen Anschauungen in der ausübenden Bautechnik, zur Freiheit der geistigen Bauthätigkeit und demnach zu einem geistigen Nutzen, dessen Wohlthat unsere Generation schätzend empfindet, weil die Beschränktheit des Mediums gestürzt wurde.

4. Die Fabriksgestaltung des Baugewerbes im Speciellen.

Dasselbe Motiv, welches wir soeben bezeichnet haben, vereint mit der Forderung der raschen, billigen und quantitativ weit erhöhteren Production, wie solche ein rasch abzuwickelnder, umfangreicher Eisenbahnbau stellte, zwang das Baugewerbe aus der engen Werkstatt heraus, und in den Fabrikssaal zu treten. Mit diesem Schritte vereinter Momente gewann zugleich die Schönheit der Form des Productes, weil sie der verbesserten materiellen Unterlage entkeimen konnte; es gewann aber auch die Technik, weil die objectivste und durch vieles Sehen empirisch mehr entwickelte Construction von akademisch gebildeten Constructeuren geleistet wurde, und es gewann auch die Raschheit, Menge und Billigkeit der Production.

Wir sehen diese Folgen in dem, zumeist durch die Forderungen des raschen Eisenbahnbaues entsprungenen Fabriksbetriebe der Bautischlerei, Bauschlosserei, ferner der Wagnerei (für Transportgeräthe), der Ziegelbrennerei, der Kalk- und Cementfabrication und der Bildhauerei für Decorationsobjecte etc. etc. auftreten.

5. Der Einfluss der technischen Hochschulen.

Man kann auf keinen Widerstand stossen, wenn man behauptet, dass die technischen Hochschulen seit der Zeit der Erbauung der Eisenbahnen und geradezu durch die Anforderungen derselben in ein weit vollkommeneres Stadium und in eine weit vermehrtere Frequenz getreten sind.

Die Vervollkommnung der Schule durch den Factor des Eisenbahnbaues erklärt sich genügend durch die Vergrösserung des

durch ihn gebotenen technischen Erfahrungsobjectes im Allgemeinen und durch die von ihm dargereichten Ausgangspunkte zu ganz neuen Theorien und Constructionen. Wir finden die Vervollkommnung auch indirect in den Schulplänen selbst zur Aeusserung gebracht, indem die Schaffung der Fachschulen für Ingenieure wesentlich dem Momente des Eisenbahnbaues gilt.

Was die vermehrte Frequenz betrifft, so kennzeichnet sie sich einmal durch die seit dem Eisenbahnbaue direct zunehmende Schülerzahl, wie zum anderenmale durch die Vermehrung der technischen Hochschulen im Allgemeinen.

Für die erstere Behauptung kann die folgende, von Ingenieur Klein für das Polytechnicum zu Wien aufgestellte Tabelle als Beweis dienen, welche den bis zu einem gewissen Grade erscheinenden Zusammenhang des Eisenbahnnetzes zur Zahl der Ingenieurschüler nachweist.

Frequenz im Polytechnicum zu Wien.

Studienjahr	Hörerzahl in Summe	Davon Hörer der Ingenieurschule	pro Meile der in Oesterreich gebauten Eisenbahnen entfallen Ingenieurschüler
1859/60	883	—	—
1860/61	842	—	—
1861/62	857	—	—
1862/63	893	—	—
1863/64	898	—	—
1864/65	944	—	—
1865/66	899	—	—
1866/67	717	353	7.0
1867/68	707	346	3.3
1868/69	761	388	3.3
1869/70	793	390	1.9
1870/71	882	540	1.9
1871/72	972	632	2.3
1872/73	1076	746	3.1
1873/74	1203	788	—
1874/75	1289	750	—

Für die seit dem Auftreten des Eisenbahnbaues vorgekommene Vermehrung der technischen Hochschulen spricht die Geschichte, und kann zu diesem Zwecke notirt werden, dass die 1747 zu Paris eröffnete Civilingenieurschule, welche bekanntlich 1794 neu organisirt wurde, welche die glänzenden Namen eines Perronet, Lamblardie und Prony unter ihren Leitern zählt, und auf deren eminente Leistungen speciell im Gebiete des Brückenbaues wir bei dem dieser Disciplin gewidmeten Abschnitte weiter unten noch zu sprechen kommen werden: dass diese Schule lange Zeit auf dem Continente die einzige innerhalb des Wirkungsrahmens einer hohen, technischen Schule gewesen ist. Erst 1806 wurde die seit 1717 zu Prag bestandene Professur für Militär- und Civilingenieure in eine selbständige polytechnische Schule umgewandelt; 1815 wurde auf Grund der seit 1770 bestandenen Realakademie die hohe polytechnische Schule zu Wien (reorganisirt 1865, 1870 und 1872) gegründet; 1811 wurde das „Joanneum" zu Graz, 1814 (reorganisirt 1825) die technische Hochschule zu Karls ruhe, 1821 jene zu Berlin, 1827 jene zu München, 1828 die zu Dresden, 1829 jene zu Stuttgart, 1829 die technische Anstalt zu Nürnberg, 1831 das Polytechnicum zu Hannover, 1833 die technische Anstalt zu Augsburg, 1843 das Polytechnicum zu Lemberg, 1849 jenes zu Brünn, 1855 das zu Zürich, 1856 jenes zu Ofen, 1869 zu Darmstadt und 1870 die schon berühmte Hochschule zu Aachen gegründet.

Bemerken wir noch zu diesem Aufbaue des technischen Wissens, dass die Frequenzen zu:

Hannover .	1831	1841	1851	1862	Zürich	1855	1858	1860	1862
	123	171	317	432		140	237	378	468

Prag: Deutsches polytechn. Institut .	1870	1871	1872	1873	1874	1875	1876
	311	321	368	451	517	568	616
Prag: Böhmisches polytechn. Institut .	1870	1871	1872	1873	—	—	—
	551	614	687	713	—	—	—

und schon 1862 überhaupt zu

Wien	Zürich	Karls-ruhe	Stuttgart	Hanno-ver	Dresden	Berlin	München
893	468	787	270	432	223	374	226

und zu Aachen die Frequenz im vierten Jahre des Bestandes (1873/74) schon 467 betrug, so ist vollkommen hinreichendes Material geliefert, um zu erkennen, wie mächtig der Einfluss der Eisenbahnbauten auf den Umfang des aus den technischen Hochschulen ausströmenden Wissens ist.

Und in welchem Maasse der Werth des technischen Wissens in den unterschiedlichen Ständen der Menschen gewürdigt wird und wie gross der internationale Charakter der Pflanzstätten dieses Wissens ist, dafür geben uns, wenn auch nur in beschränktem und bezüglich der elterlichen Abstammung mit gewisser Reserve aufzunehmendem Maasse, die folgenden Tabellen einen Anhalt.

Frequenz des Wiener Polytechnicums (nach Nationalitäten).

Studienjahr	Deutsche	Magyaren	Polen	Czechoslaven	Südslaven	Ruthenen	Italiener	Rumänen	Engländer	Franzosen	Russen	Griechen	Niederländer	Türken	Armenier	Norweger	Amerikaner	Japaner	Gesammtfrequenz
1870/1	607	75	71	52	27	4	25	12	5	—	2	—	—	—	2	—	—	—	882
1871/2	493	92	95	185	53	9	21	15	2	—	5	1	—	1	—	—	—	—	972
1872/3	742	93	74	71	46	11	18	14	2	1	1	1	—	—	—	—	2	—	1076
1873/4	820	109	75	84	54	12	21	12	1	2	5	4	1	—	—	—	2	1	1203
1874/5	865	115	97	83	58	10	29	21	1	2	5	2	—	—	—	1	—	—	1289

Frequenz der Nationalitäten auf der technischen Hochschule zu Aachen (1873/74).

Preussen	Andere deutsche Länder	Holland	Luxemburg	Ungarn	Norwegen	Russland	Belgien	Oesterreich	Schweiz	Nordamerika	Serbien	England	Polen	Südamerika	Frankreich	Spanien
286	61	16	11	11	10	9	7	6	5	4	4	2	2	2	1	1

Die Eltern der 1873/74 zu Aachen Studirenden sind:

Beamte	Kaufleute	Handwerker	Fabrikanten	Guts-, Gruben- und Hüttenbesitzer	Rentner	Oekonomen	Aerzte	Gastwirthe	Banquiers
127	98	51	45	37	30	23	16	8	3

Diese vermehrte Frequenz und vermehrte Zahl der technischen Hochschulen nun, welche in einem hohen Grade dem aufgekommenen Eisenbahnbaue zu danken ist, hat einen eminenten Theil an der Entwickelung der Civilisation auf unsere heutige Höhe. Nicht nur dass das in den einzelnen Individuen überhaupt gesammelte Wissen durch die Addition derselben sich vermehrt und hiermit ein bedeutendes Bildungscontingent gestellt wird, so ist der Vortheil der Aufstapelung menschlichen Wissens gerade in den Individuen der Ingenieure um dessentwillen von enormem Werthe, weil dieselben factisch als Pionniere der Cultur in fremden Gegenden zu wirken berufen sind; weil gerade die Ausbreitung des technischen Wissens

eine Realität ist, welche auf die wirthschaftliche Entwickelung der Menschheit wie kaum eine andere, ausgenommen die Philosophie, einwirkt; und weil endlich die Träger dieses Wissens, die Ingenieure, durch die Form, Ausdehnung und Eigenschaft des Eisenbahnbaues einen immens grossen Erfahrungsboden und Anpflanzboden für menschliches Wissen überhaupt unter sich haben.

Der Eisenbahnbau also, welcher die technischen Hochschulen, die diesen kosmopolitischen Stand der Ingenieure erzeugen und diese echten Pionniere der Cultur aussenden in alle Welt, in alle Schichten der Menschen, in kosmopolitische technische Fälle (während jeder gelehrte Stand und selbst der Diplomat mehr oder minder an die Scholle, an die enge geographische Sphäre und an die Tradition und die strengen Interessen seines Vaterlandes geknüpft ist); der Eisenbahnbau also wirkt auch durch das Mittel der intensiveren Durchdringung der technischen Hochschulen in ganz hervorragender Weise ein auf die gesammte Civilisation der Menschheit.

6. Der Einfluss der Literatur.

Kein einziger Zweig des menschlichen Wissens kann für sich allein bestehen, geschweige blühen. Denn ganz allein die wiederum auf dem philosophischen Urbegriffe der Bewegung beruhende Durchdringung des Einzelwissens mit dem anderen erzeugt denjenigen, die ganze Menschheit bewegenden Odem, welcher als Gesammtwissen die allein berechtigte und immer bestehend bleibende Macht ist im Kampfe um das Dasein.

Der Vollzug dieser Durchdringung findet durch das Denkvermögen der Menschen statt und glänzt durch die Erscheinung jener seltenen, begnadeten Köpfe, welche die Natur immer und immer wieder erzeugt und hinstellt von Jahrhundert zu Jahrhundert, um das menschliche Wissen in sich zu vereinen und dadurch zu generalisiren, um also jenes Nivellement vorzunehmen, welches dem Aufschäumen des Wissens sein Ruhebett liefert. Denn der Satz Döllinger's, „dass alle grossen und bleibenden Errungenschaften im wissenschaftlichen Gebiete durch die Verbindung verschiedener Fächer und Studien in einzelnen Männern zustande kommen“, erklärt ja die höchsten Potenzen der Wissensdurch-

dringung, die wir u. A. in Aristoteles, dem Griechen (384—322); Boëthius, dem Römer (475—526); Albertus Magnus, dem Schwaben (1193—1280); Roger Bacon, dem Engländer (1214—1294); die wir ferner in unserem Altmeister, dem Ingenieur Leonardo da Vinci, dem Florentiner (1452—1510); des Weiteren in Julius Cäsar Scaliger, dem Paduaner (1484—1558); ferner in Leibnitz, dem Hannoveraner (1646—1716); in Albrecht v. Haller, dem Schweizer und dem Göttinger Meister (1708—1777); endlich in unseren Tagen in Alexander v. Humboldt, dem Preussen (1769—1859) insgesammt verehren.

Dieser Vollzug der durchdringenden Verbindung des menschlichen Wissens bedarf aber seiner äusseren Mittel, und unter diesen steht obenan jenes der Literatur, weil dieses Mittel durch seine Ausdehnung und Nachhaltigkeit jedes andere übertrifft. Der Werth dieses Mittels, welches die Ordensregel St. Benedictus schon anerkennt und welches Fust, Schöffer und Guttenberg in jenem Maasse förderten, dass dieses zur Pforte der Reformation wurde, ist ja so bedeutend, dass es zum Kriterium der Existenz der Wissenschaft geworden ist. Jede qualitative Vermehrung der wissenschaftlichen Literatur ist also eine Vermehrung der Civilisation, und in diesem Sinne hat nun auch der Eisenbahnbau mächtig civilisatorisch gewirkt.

Die oben geschilderte Vielheit der wissenschaftlich neuen Fälle, die Ausdehnung des Erfahrungsbodens, die Entkeimung neuer Theorien und Disciplinen, alle diese Momente erzeugten ja unsere Literatur des Eisenbahnbaues, also das Mittel der weiteren Verbreitung und tieferen Erfassung des von uns und durch uns gewonnenen Wissens.

Indess sind es aber gerade zwei besondere Momente, welche die durch den Bau der Eisenbahnen hervorgerufene Literatur so wesentlich förderlich gemacht haben; wir meinen die unserer Literatur auferlegte Raschheit des Ausschreitens und ihre Stofffülle. Beide diese Momente, entsprossen der Wichtigkeit der einzelnen Fälle für das Leben in der Praxis, haben unsere periodische, bautechnische Literatur geschaffen, welche rascher und umfangreicher ist, als eine solche auf irgend einem anderen Zweige menschlichen Wissens. Und gerade die Raschheit des Umsatzes

unseres Wissens ist ein mächtiger Hebel, unserer geistigen Kraft und Reagenz; ein Hebel, der sein Erstehen wiederum der Raschheit des Ausschreitens des Eisenbahnbaues verdankt.

7. Der Einfluss der Ingenieurvereine.

Der Werth des Vereinslebens auf die Civilisation der Menschheit ist durch den Eisenbahnbau in einem ausserordentlichen Maasse gefördert worden, weil diese Bauthätigkeit nicht nur hervorragend intensiven und quantitativen Stoff zur technischen Verarbeitung durch ein Vereinsleben bietet, sondern weil die durch den Eisenbahnbau hervorgerufene Nomadisirung und Isolirung des Ingenieurs in dessen Stande mehr als in irgend einem anderen das tiefgefühlte Bedürfniss nach einer geistigen Heimatstätte hervorruft, welche einzig und allein in der Form des Vereinslebens praktisch ermöglichet ist.

Die thatsächliche, allgemeine Verbreitung dieser Anschauung documentirt sich in der ziffermässigen Gestalt des technischen Vereinslebens, wie sie seit dem Entstehen des Eisenbahnbaues zutage getreten ist; und wenn bei der Beobachtung dieses Auftretens auch niemals übersehen werden darf, dass ausser dem eigentlichen Eisenbahnbaue auch noch andere technische Disciplinen, welche durch die Entstehung der Eisenbahnen so mächtig gefördert wurden und in den Rahmen des Eisenbahnbetriebes, der Maschinen- und Bergwerksindustrie, der chemischen Industrie etc. gehören, auf die Vermehrung der Vereinsmitglieder eingewirkt haben, so ist es doch Thatsache, dass der Eisenbahnbau als solcher das grösste Contingent zu unserem technischen Vereinsleben, ausgenommen im „Vereine der deutschen Ingenieure“, stellt.

In diesem Sinne mögen die zunächst folgenden Tabellen betrachtet werden.

Anwuchs des „Oesterr. Ingenieur- und Architektenvereines" zu Wien.

Vereinsjahr	Mitgliederzahl	Davon wohnen		
		in Wien	in der Provinz	im Auslande
1848	78	—	—	—
1849	200	—	—	—
1854	379	169	210	—
1856	443	225	218	—
1857	489	276	213	—
1863	553	—	—	—
1864	681	—	—	—
1865	756	—	—	—
1866	810	602	206	2
1867	844	—	—	—
1869	951	647	304	—
1870	1.141	—	—	—
1871	1.327	958	363	6
1872	1.483	—	—	—
1873	1.872	—	—	—
1875	2.017	1.358	571	88

Vergleicht man diesen Anwuchs mit jenem des österreichisch-ungarischen Eisenbahnnetzes, so gelangt man zu folgenden Resultaten:

Im Zeitraume 1865—1875
vermehrte sich die Zahl der Vereinsmitglieder um das 2·66fache,
vermehrte sich die Meilenzahl der Eisenbahnen um das 3·08fache;

im Zeitraume 1870—1875
vermehrte sich die erstere Zahl um das 1·7fache,
vermehrte sich die letztere Zahl um das 1·8fache.

Betrachtet man den noch um etwas grösseren „Verein der deutschen Ingenieure", welcher aber zumeist aus Maschineningenieuren besteht, so gelangt man zu ähnlichen Folgerungen.

Anwuchs des „Vereines der deutschen Ingenieure".

Vereinsjahr	Zahl der Zweigvereine	Gesammtzahl der Vereinsmitglieder
1857	5	172
1858	7	315
1859	7	355
1860	7	352
1861	7	367
1862	10	439
1863	12	586
1864	13	699
1865	14	904
1866	15	1.084
1867	16	1.245
1868	16	1.344
1869	16	1.414
1870	18	1.651
1871	19	1.821
1872	19	1.939
1873	22	2.240
1874	25	2.514
1875	25	2.741

Im Zeitraume 1865—1875

vermehrte sich also die Zahl der Mitglieder dieses Vereines um das 3·0fache,

dagegen die Länge der deutschen Eisenbahnen um das 2·02fache;

im Zeitraume 1870—1875

betrug diese Vermehrung bei der Zahl der Mitglieder das 1·66fache und bei der Länge des Bahnnetzes das 1·50fache.

Um endlich die geistige Macht der in ihrer Mitgliederzahl auf dem Continente am umfangreichsten dastehenden Verbindung der „Deutschen Ingenieure und Architekten" vorzuführen, sei noch die folgende Tabelle angefügt, mit welcher wir die vorliegende Skizze einer Betrachtung des Einflusses des Baues der Eisenbahnen auf die Civilisation der Menschheit schliessen.

Verband deutscher Ingenieure und Architekten.

Laufende Nummer	Name des Vereines	Gegründet im Jahre	Mitgliederzahl 1871	1872	1873	1874
1	Architektenverein in Berlin	1824	847	910	985	1041
2	Bayerischer Ingenieur- und Architektenverein	1867	640	659	770	775
3	Hannoverscher Architekten- und Ingenieurverein	1851	635	628	676	723
4	Sächsischer Ingenieur- und Architektenverein	1846	330	311	367	411
5	Badischer Technikerverein	1869	230	230	230	230
6	Architekten- und Ingenieurverein zu Hamburg	1859	197	197	192	197
7	Württembergischer Verein für Baukunde	1852	130	126	130	175
8	Schleswig-Holsteinischer Ingenieur- und Architektenverein	1866	120	112	125	118
9	Architekten- und Ingenieurverein zu Cassel	1861	99	96	88	48
10	Ostpreussischer Ingenieur- und Architektenverein	1871	66	70	79	92
11	Architekten- und Ingenieurverein zu Breslau	1869	65	63	55	59
12	Technikerverein zu Lübeck	1866	55	53	51	50
13	„ „ Oldenburg . . .	1869	55	47	47	48
14	„ „ Osnabrück	1858	70	83	70	66
15	Architekten- und Ingenieurverein zu Danzig	1871	—	30	28	36
16	Architekten- und Ingenieurverein zu Frankfurt am Main	1872	—	54	60	59
17	Mittelrheinischer Architekten- und Ingenieurverein	1873	—	—	—	174
18	Architekten- und Ingenieurverein zu Strassburg	1872	—	—	—	74
19	Architektenverein zu Dresden	1873	—	—	—	87
	Verband in Summe .	—	3534	3669	3953	4463
	Länge der deutschen Eisenbahnen, Kilometer	.	21291	23088	24361	26041
	Pro 100 Vereinsmitglieder entfallen Kilometer	.	16.6	11.5	16.2	17.1

VIII. Capitel.

Der Eingriff des Bahnverkehres in die Cultur der Menschheit.

Das Institut der Eisenbahnen setzt sich bezüglich seines Wirkungsvermögens aus fünf Factoren zusammen: *a)* geistige Schaffung, Conception der Linie; *b)* ihre finanzielle Unterlegung; *c)* ihre technische Projectirung; *d)* ihr Bau, und *e)* ihr Betrieb. Der Zusammengriff dieser fünf Factoren übt nun jene Gesammtwirkung auf die Civilisation der Menschheit aus, welche dem Wesen der Anlage des Grossartigen und des so immens erleichterten Verkehres entspricht und zu einem sehr grossen Theile jene Umgestaltung unseres geistigen Horizontes, unserer socialen und unserer Wirthschaftsverhältnisse mit hervorgerufen hat, die unser Zeitalter höher stellen, denn ein anderes vor uns, und von dem, fast ziffermässig nachweisbar, gilt, dass es in Wahrheit besser gewordene Menschen beherbergt. Diese Gesammtheit der civilisatorischen Einwirkung, welche ja Buckle nach dem Citate von Kaven mit dem einen Satze so aussergewöhnlich treffend schildert: „Die Locomotive hat mehr gethan, um die Menschen zu vereinigen, als alle Philosophen, Dichter und Propheten vor ihr, seit Beginn der Welt"; diese Gesammtheit näher zu erörtern, ist ein philosophisches Specificum, welches unter Anderen Buckle und Lecky in hervorragender Weise angedeutet haben, dessen akademische Durcharbeitung jedoch noch der Zukunft vorbehalten ist. Wir Ingenieure vermögen zu diesem geistigen Zukunftsbaue nichts, als aus unserem Beobachtungsfelde rohe Bausteine herbeizutragen, deren Bearbeitung, Versetzung und Aneinanderfügung das kommende akademische Werk bilden wird.

Der Inhalt des gegenwärtigen, vom civilisatorischen Einflusse des Bahnverkehres handelnden Paragraphen kann also nur als ein solcher einzelner Baustein angesehen werden.

Um den überaus reichen Stoff einigermassen überblicken zu können, wollen wir den Einfluss des Bahnverkehres auf die Civilisation in fünf Richtungen beachten. Diese fünf Richtungen sind:

1. Sein Antheil an der Vergrösserung des Wissens.
2. Sein Antheil an der Verbreitung des Wissens.
3. Sein Einfluss auf die Formung der menschlichen Gesellschaft.
4. Sein Angriff auf die äusseren Feinde der Menschheit.
5. Sein Wirthschaftswerth.

§. 1. Sein Antheil an der Vergrösserung des Wissens.

Schon die vorige flüchtige Betrachtung des Einflusses eines einzelnen Theiles aus dem Gebiete des Wesens der Eisenbahnen, jenes der technischen Schaffung, des Baues der Linie, hat zur Genüge schliessen lassen, wie sehr das allgemeine Wissen durch die Eisenbahnen überhaupt, also durch einen so bedeutsamen, wohl den grössten Culturhebel unter allen, so jemals von der Menschheit angewendet wurden, gefördert werden muss, und es ist klar, dass durch ihn nicht allein die bautechnischen, sondern auch die auf den Betrieb Bezug habenden Wissenschaften, wie in gewissem Maasse alle Wissenschaften überhaupt, namentlich aber Philosophie, Jurisprudenz, Cameralia und Naturwissenschaften im Allgemeinen wesentlich gehoben werden.

Dieser allein durch das Institut der Eisenbahnen hervorgerufene bedeutsame Antheil an der Vergrösserung des menschlichen Wissens kennzeichnet sich nicht nur durch viele ganz neu entstandene Disciplinen (Eisenbahngesetze, Eisenbahnpolitik, Eisenbahnfinanzwirthschaft, Oekonomik der Eisenbahnen, allgemeine Lehre des Eisenbahnbetriebes, specielle Tarifwissenschaft, Wissenschaften des Eisenbahnbaues und der Mechanik der Eisenbahnen etc.), sondern auch durch die Resultate der Verbindung mit dem durch die anderen modernen Culturhebel, als da sind: der Arbeitsbetrieb durch Dampf, der Schiffsverkehr durch Dampf, die Telegraphie etc., ganz erheblich geförderten Wissen. Denn wir vermögen einen erst seit der Zeit der Eisenbahnen so notorisch gewordenen Erfolg der scientifischen Leistungen, der allgemeinen Vermehrung der

Lehrstellen, Lehrkräfte und Schüler, den intensiveren Eingriff der akademischen Thätigkeit in alle Sphären menschlicher Lebensäusserung und den seit 1830 so bedeutsamen Stoffanwuchs unserer gesammten Literatur zu verzeichnen, also aus der Chronologie dieser geistigen Effecte indirect die Theilhabung des Culturhebels der Eisenbahnen herzuleiten.

Bezüglich des Stoffanwuchses in der Literatur sei nur auf folgende Zahlen hingewiesen.

In Deutschland erschienen Druckwerke (exclusive Zeitschriften):

Jahre	1589	1616	1714	1716	1780	1814	1830	1849	1851	1852	1853
Werke	362	731	628	558	2115	2520	5920	8497	8326	8857	8750
Jahre	1854	1855	1856	1857	1858	1859	1860	1861	1862	1863	1864
Werke	8705	8794	8540	8699	8672	8666	9466	9566	9779	9889	9564
Jahre	1865	1866	1867	1868	1869	1870	1871	1872	1873	—	—
Werke	9661	8699	9855	10563	11305	10108	10669	11127	11315	—	—

Es entfallen neue Werke der Literatur:

Deutschland			England			Frankreich		
im Jahre	Werke	pro Million Einwohner Werke	im Jahre	Werke	pro Million Einwohner Werke	im Jahre	Werke	pro Million Einwohner Werke
1865	9.661	**245**	1869	3.253	**108**	1861	5.141	**140**
1873	11.315	**275**	1873	4.739	**150**	1870	8.831	**244**

Bezüglich der Vermehrung des Wissens müssen wir noch Eines besonders hervorheben. Wir vermögen nämlich auch aus drei

neuen und sehr charakteristischen Erscheinungen des menschlichen Wissens: *a)* der modernen Behandlung der allgemeinen Culturgeschichte, wie sie uns Buckle, Lecky, Scherr u. A. geboten haben; *b)* der Ausbildung der Statistik, und *c)* der eben erst entkeimenden Philosophie der Statistik, den Einfluss der Eisenbahnen auf die Vergrösserung des menschlichen Wissens um dessentwillen zu erkennen, weil gerade der universale und das Gesammtwissen nivellirende Charakter dieser drei Wissensblüthen seinen Ursprung nur einem universalen menschlichen Verkehre verdanken kann und dieser uns in seinem höchsten Maasse erst durch das Institut des Dampfverkehres zu Lande geboten worden ist.

Wir sehen demnach aus diesen wenigen Anführungen, dass das Institut der Eisenbahnen einen ganz erheblichen Antheil an der Vergrösserung oder Intensität des menschlichen Wissens hat, und zwar *a)* durch directe Hinzufügung neuer Disciplinen, also durch die Addition, *b)* durch die Verbindung dieser neuen Disciplinen mit bekannten, also durch die Multiplication des Wissens, und *c)* durch jene Läuterung des Wissens, welche lediglich ein Ergebniss des erleichterten Verkehres ist und im Allgemeinen den bezeichneten universalen Charakter des Wissens hervorruft. Denn in dem erleichterten Maasse, als der Denker sich mit anderen Denkern besprechen, als der Forscher sein Anschauungsfeld persönlich vergrössern kann, als ihm die geistigen Werthe der Mitmenschen mehr und leichter zugängig werden, muss auch das Wissen mehr geläutertes Allgemeingut werden; und ist der Verkehr durch die universalen Kräfte des Dampfes und der Elektricität (obenanstehend die erstere im Verkehre zu Lande) universal geworden, so ist es auch die Läuterung. Das Beispiel von der Einseitigkeit des Stubengelehrten und von dem vielgereisten Forscher in unserer Zeit erhärtet dies genügend.

§. 2. Sein Antheil an der Ausbreitung des Wissens.

Die Ausbreitung des menschlichen Wissens erfolgt im Wesentlichen auf zweierlei Art: *a)* durch die eigentliche Schule, und *b)* durch den persönlichen Verkehr oder die Schule des Lebens.

Was die Schule, diesen Ausgangspunkt alles Wissens, betrifft, so liegt uns die Betrachtung derselben hier ganz fern, und es sei deren Erwähnung nur dahin gethan, dass der erleichterte Verkehr auch den Besuch, namentlich der hohen Schulen wesentlich gefördert hat. Und wenn man bedenkt, dass auf den 8 Universitäten in Oesterreich-Ungarn allein im Jahre 1872 durch 624 Professoren auf 9028 Studenten und auf den 20 Universitäten Deutschlands 1870 durch 1505 Professoren auf 13.765 Studenten gewirkt wurde, so muss diese Lehrentfaltung schon zu einem aliquoten Theile dem erleichterten Verkehre zugeschrieben werden.

Näher liegt für unsere Betrachtungsskizzen die Ausbreitung des Wissens durch den *ad b)* genannten Verkehr; und da muss wohl in erster Reihe zur Würdigung des Werthes der Ausbreitung des menschlichen Wissens und des Zweckes der Niveauerhöhung der allgemeinen Bildung der Menschheit an den Satz von Henry Thomas Buckle erinnert werden, welcher diesen Werth so ungemein zutreffend in den wenigen Worten schildert: „Wenn der Verkehr zunimmt, nimmt die Unwissenheit ab".

Er ist vollständig einleuchtend, dass unter den sogenannten Verkehrsmitteln der Schiffsverkehr zur See mit Segel und besonders mit Dampfbetrieb, wegen der Pflege des internationalen Verkehres; wie auch der hoch entfaltete, gewöhnliche und der Postverkehr auf Canälen und auf Strassen; endlich auch die Telegraphie ihren hervorragenden Antheil an der heutigen Verbreitung des menschlichen Wissens haben.

Namentlich wurde die heutige Verbreitung dieses Wissens vorbereitet und erfährt sie ihre feinste Ausästung durch die Strassen und Wasserwege eines Landes, so dass deren Kennzeichnung ein nicht geringer Werthmesser für die Aufnahmsfähigkeit der Cultur ist. Und wie charakteristisch diese Aufnahmsmittel der Cultur in Europa vertheilt sind, lehren uns die beiden folgenden Tabellen.

Vertheilung des Strassennetzes in europäischen Ländern.

(Nach Dr. X. Neumann.)

Land	Jahr	Strassen-Kilometer	Kilometer pro Million Einwohner	Kilometer pro □Meile Fläche
Belgien	1865	24.659	4.847	46.1
England	1865	230.641	7.249	40.5
Frankreich	1865	323.607	8.873	33.7
Oesterreich	1865	109.845	3.059	9.7
Deutschland	1866	88.392	2.152	9.0
Dänemark	1865	6.200	3.474	8.9
Schweden	1860	53.867	12.813	6.7
Italien	1864	24.562	919	4.6
Norwegen	1865	18.000	10.280	3.1
Spanien	1865	13.540	813	1.5
Europäische Türkei	1865	10.297	642	1.1

Vertheilung der Wasserwege (pro 1865) in europäischen Ländern.

(Nach Dr. X. Neumann.)

Land	Jahr	Schiffbare Flüsse, Kilometer	Schiffbare Canäle, Kilometer	Zusammen Kilometer	Wasserwege pro Million Einwohner, Kilometer	Wasserwege pro □Meile Fläche, Kilometer
Belgien	1865	925	776	1.701	334	3.18
England	1865	4.361	4.988	9.349	294	1.64
Frankreich	1865	9.500	4.750	14.250	390	1.48
Oesterreich	1865	9.103	842	9.945	277	0.88
Dänemark	1865	160	304	464	260	0.67
Russland	1860	31.337	1.381	32.718	431	0.33
Europäische Türkei	1865	1.519	— ?	1.519	95	0.16
Schweden	1860	— ?	588	588	139	0.07
Spanien	1865	150	534	693	42	0.07
Norwegen	1865	— ?	74	74	42	0.01

Die Strassen und Canäle, früher die einzigen Vermittler des Verkehres, haben indess in der Gegenwart diesen ausschliesslichen Charakter verloren; sie haben dem heutigen Bahnverkehre nur zum Uebergangsstadium des Culturganges der Menschheit gedient, haben die Empfänglichkeit der Länder für dieses moderne Culturmittel vorbereitet und dienen heute, wie bemerkt, in den mit Bahnen dicht besetzten Ländern, mit geringen Ausnahmen (und bis zu einem gewissen Grade bezüglich der mit den Bahnen etwa noch im Frachtpreise concurrirenden Strassen und namentlich Canalstrecken) lediglich als die Venen des Culturganges. In diesen Ländern — und jedes Land hat das Gleichgewicht zwischen Strasse und Canälen einerseits und den Bahnen anderseits achtsam zu verfolgen — in diesen im Bahnverkehre wesentlich gehobenen Ländern also steht indess keines dieser Verkehrsmittel so hoch, als jenes der Eisenbahnen, denn keines verkürzt die Zeit des Transportes einer grossen Menge von Individuen und Mittheilungsobjecten in solchem Maasse, wie der Bahnverkehr.

Man kann demnach behaupten, dass der heutige, so wesentlich erhöhte Stand des durchschnittlichen Bildungsgrades eines Volkes in erster Reihe dem Eisenbahnverkehre zu verdanken ist.

Und die Erscheinungen in der Culturgeschichte bestätigen auch diese Behauptung; denn in der Zeit der Eisenbahnen sind beispielsweise an Individuen gänzlich verschwunden:

a) der Philister als Prototyp der Schollenklebung und als Stichblatt des individuell erwachten Wissens;

b) der Stubengelehrte in der alten Bedeutung, und

c) der fechtende Handwerksbursche, dieser Transporteur der Zunft.

Es sind weiters an menschlichen Sitten die Nationaltracht und an menschlichen Leidenschaften beispielsweise der Religionshass und der Nationalitätenhass rascher denn früher im Verschwinden begriffen; und es hat sich anderseits beispielsweise die allgemeine Kenntniss der Sprachen, der Naturwissenschaften (letztere jetzt im Darwinismus gipfelnd) sowie die naturwissenschaftliche Richtung der Philosophie wesentlich ge-

hoben: alles Erscheinungen, welche nur mit dem universalen Charakter unseres heutigen Verkehrswesens, obenan nur durch unseren Dampfverkehr zu Lande erklärt werden können, der, wie bemerkt, die persönliche Anschauung, den persönlichen Meinungsaustausch und das Versuchsfeld und schliesslich das die Wissenschaft fördernde materielle Entwickelungs- und Wohlstandsgebiet so immens erweitert hat. Und dieser erleichterte Verkehr wird auch bald die Kluft überbrücken, welche in der Gegenwart zwischen den strengen Humanisten und Naturforschern nach dem Gesetze der Contraste noch besteht, und das auch in der Wissenschaft dem Zwecke der den Fortschritt fördernden Bewegung dient; wie er, der Verkehr, seinerzeit die Kluft der Idylle und des Wertherschmerzes überbrückt hat, die ja nur entstanden war, weil der durch die Encyklopädisten und die deutsche Philosophenschule schon reif gewordene menschliche Geist noch kein Bewegungsfeld besass und noch an der Scholle hing — und seufzte!

Das Wesen der durch den erleichterten Verkehr möglich gewordenen Ausbreitung des Wissens zu untersuchen, gehört der Culturgeschichte an. Uns Ingenieure interessirt es aber ganz besonders noch, die Verkehrszahlen zu beobachten und darüber nachzudenken, wie unser Fach der Eisenbahnen auf diese Zahlen mehr oder minder eingewirkt hat. Ein gesetzmässiger Verhalt lässt sich hier selbstverständlich nicht erheben, aber das speciell von der Technik erwärmte Interesse an diesen Verkehrszahlen wird um dessentwillen keineswegs geschwächt.

Betrachten wir zu diesem Zwecke nur solche Verkehrszahlen, welche den wesentlichsten Mitteln der Verbreitung des menschlichen Wissens angehören, als der Mittel *a)* des Reisens, *b)* des Briefschreibens, *c)* des Schreibens überhaupt, *d)* des Depeschirens und *e)* der Druckwerke.

1. Das Reisen.

Es ist bekannt, dass das Reisen durch das Mittel der Eisenbahnen zu einem früher nicht geahnten Umfange und zu einer ganz ausserordentlichen Intensität gelangt ist.

Die nachfolgenden tabellarischen Beispiele werden hiervon einen annähernden Begriff geben.

Die Leipzig-Dresdener Bahn beförderte:

im Jahre 1839	auf 116.3 Klm.	411.531 Pers.	oder 3.539 Pers. pro Kilom.
„ „ 1849	„ 116.3 „	521.005 „	„ 4.479 „ „ „
„ „ 1859	„ 116.3 „	863.513 „	„ 7.425 „ „ „
„ „ 1869	„ 219.4 „	2,027.371 „	„ 9.241 „ „ „
„ „ 1875	„ 283.5 „	3,960.677 „	„ 13.970 „ „ „

Es wurden Personen befördert:

auf den Eisenbahnen in	im Ganzen	Bahnlänge in Kilometern	Personen pro Kilometer Bahnlänge
Preussen 1871	75,206.663	12.319	6.105
„ 1872	86,442.679	12.752	6.779
„ 1873	99,738.775	14.021	7.113
„ 1874	109,570.671	14.510	7.551
Grossbritannien 1871	375,220.754	24.743	15.164
„ 1872	422,874.822	25.445	16.619
„ 1873	455,320.188	25.876	17.592
„ 1874	477,840.411	26.467	18.054

Es wurden Personen befördert:

Auf den Bahnen in	überhaupt im Jahre				pro Kilometer Bahnlänge			
	1860	1865	1870	1873	1860	1865	1870	1873
England . . .	163,533.460	251,959.862	—	455,320.188	9.739	11.781	—	17.592
Frankreich . .	54,000.000	84,025.516	—	—	5.726	6.188	—	—
Oesterreich-Ungarn . . .	12,363.568	12,763.251	21,604.967	43,739.886	2.396	1.995	2.213	2.755
	(1859)				(1859)			
Preussen . . .	19,279.668	34,123.410	55,963.076	99,738.775	3.454	5.135	5.522	7.113
Italien	—	13,483.364	22,170.000	25,800.000	—	3.386	3.590	3.767
Belgien . . .	17,000.000	32,000.000	—	41,082.496	9.965	14.222 ?	—	12.180
Schweden . .	638.870	1,700.000	2,484.171	4,033.237	1.342	1.434	1.425	2.161
Norwegen . .	—	334.299	—	1,697.585	—	1.238	—	3.343
Dänemark . .	354.905	3,500.000?	—	4,184.196	3.197	8 353 ?	—	4.809
Schweiz . . .	6,430.000	—	—	—	5.861	—	—	—
Niederlande .	2,300.000	4,109.774	—	—	5.928	4.727	—	—
				(1872)				(1872)
Russland . . .	—	—	13,221.203	20,602.088	—	—	1.176	1.445
				(1872)				
Spanien . . .	—	—	—	11,900.176	—	—	—	2.169
Im Gebiete des Vereines deutscher Eisenbahnverwaltungen . . .	—	—	—	240,515.176	—	—	—	5.845

Wir sehen also, dass durch die Eisenbahnen die Reisefrequenz sowohl absolut, wie relativ ausserordentlich zugenommen hat, und weil nun jede einzelne Reise das Wissen verbreitet und erhöht, so können wir uns auf diesem Wege recht gut den durch die Eisenbahnen hervorgebrachten Antheil des Standes des heute erzielten Bildungsniveaus erklären. Drastisch stellt sich dies noch mehr in der Reduction der Reisebillets pro Million Einwohner dar, wie dies in der folgenden Tabelle erkenntlich ist.

Jährliche Reisebillets pro Million Einwohner:

England (1874)	15.0
Belgien (1873)	8.1
Preussen (1874)	4.5
Dänemark (1873)	2.4
Frankreich (1865)	2.2
Oesterreich-Ungarn (1873)	1.2
Italien (1873)	1.0
Schweden (1873)	1.0
Norwegen (1873)	1.0
Spanien (1872)	0.6
Russland (1872)	0.3

2. Das Briefschreiben.

Wenn das Briefschreiben auch nicht ganz ausschliesslich dem Verbreiten des menschlichen Wissens dient, so ist es doch eines der wesentlichsten und erst durch den Eisenbahnverkehr so hervorragend geförderten Bildungsmittel. Sein Umfang in der civilisirten Welt wird momentan (nach Dr. X. Neumann) auf 3300 Millionen Briefe pro anno bemessen. Für Europa allein gibt die folgende im statistischen Departement des K. K. Oesterreichischen Handelsministeriums (1874) bearbeitete Tabelle Auskunft.

Postverkehr in Europa.

Staaten	Zahl der Post-anstalten	Briefverkehr		Zeitungsverkehr	
		Anzahl der Briefe	pro Einwohner	Anzahl der Zeitungs-exemplare	pro Einwohner
Grossbritannien (1871)	12.000	990,000.000	31.07	99,000.000	3.11
Schweiz . . (1872)	2.527	55,925.334	20.95	38,226.660	14.33
Deutsches Reich (1872)	7.325	582,397.090	14.18	311,303.962	7.58
Belgien . . (1872)	1.524	63,623.729	12.51	51,243.101	10.07
Niederlande (1872)	1.157	43,557.628	11.85	23,289.132	6.43
Frankreich . (1871)	5.177	411,722.000	11.41	132.700.000	3.67
Dänemark . (1872)	412	17,908.356	10.03	13,235.643	7.41
Oesterreich-Ungarn*) . (1872)	5.660	269,546.844	7.50	78.949.808	1.55
Spanien . . (1871)	2.346	78,174.400	4.64	9,150.012	0.54
Italien . . (1871)	2.666	99.166.532	3.70	95,725.878	3.57
Schweden . (1871)	559	13,175.765	3.13	. 6,750.300	1.61
Griechenland (1870)	123	2,411.647	1.65	1,105.854	0.75
Rumänien . (1872)	70	3,092.393	0.64	?	?
Russland . (1872)	2.129	35,626.115	0.51	?	?
Summe Europa (excl. Türkei und Portugal)	43.675	2.666,327.833	9.27	862,000.000	—

* Oesterreich = 209·8 Millionen Briefe = 10·29 pro Einwohner.
Ungarn = 59·7 „ „ = 3·85 „ „

3. Das Schreiben überhaupt.

Das Bildungsmittel des Schreibens überhaupt kann statistisch *a)* bezüglich der Kenntniss des Schreibens, und *b)* bezüglich des Volumens des Papierverbrauches bemessen werden.

Ueber beide Arten der Bemessung liegen bekanntlich viele statistische Zahlen vor, die sich indess wegen ihrer Unzulänglich-

keit mit den Zahlen des Zuwachses des Eisenbahnverkehres in keine directe Verbindung bringen lassen und nur durch ihre absoluten Werthe imponiren; und eine solche Imponirung möchten wir dem enormen Anwuchse des Papierverbrauches, also eines Bildungsausdruckes in England seit der Zeit der Eisenbahnen zuschreiben. Dieser Anwuchs (allerdings auch dem Druckpapiere geltend) ist aus der folgenden, England betreffenden Tabelle erkenntlich:

Es wurden im Jahre	1800	1842	1855	1858	1860
besteuert Pfd. Papier	29,266.000	96,693.000	155,657.843	176,298.997	207,821.013
verbraucht pro Kopf in Pfd.	2.28	—	—	6.1	7.2

4. Das Depeschiren.

Wir schätzen nach Dr. Wagner pro 1873 die Länge der Linien der elektrischen Leitungen auf 670.000 Kilometer, die Gesammtlänge der Drähte auf 1,990.000 Kilometer; die Zahl der Bureau auf 30.000 und die Zahl der Depeschen auf 80,500.000, Alles im Gebiete der Welt. Wie sehr der durch den Eisenbahnverkehr so wesentlich gehobene und fast stets ergänzte Telegraphenverkehr auf die Bildung der Menschheit einwirkt, ist genügend bekannt; hier wollen wir nur auf die Vortheile der Raschheit und bezüglich der Wissenschaften nur auf die Ergebnisse in der Astronomie, Meteorologie, Geologie (Erdbeben) und auf jene in der Lehre von den Imponderabilien aufmerksam machen, um einen Theil des Depeschenverkehres lediglich diesem wissenschaftlichen Zwecke zuzuschreiben. Wie der Depeschenverkehr zur Beurtheilung der Volksbildung, des Ausgleiches der isolirten Weltlage — dieser drängenden Culturtendenz unserer Zeit — und zur Bemessung der Geschäftslage dient, zeigt die folgende Tabelle (nach Dr. Wagner).

Es entfielen 1873 auf 100 Einwohner Telegramme in:

Schweiz	81	Deutschland . . .	31	Schweden	17
Grossbritannien .	54	Dänemark	25	Ungarn	15
Niederlande . . .	51	Oesterreich . . .	22	Griechenland . .	13
Belgien	47	Portugal	21	Aegypten	11
Norwegen	44	Italien	18	Argentina	9
Canada	33	Frankreich . . .	17	Spanien	6
Vereinigte Staaten	32	Rumänien	17	Russland	4

5. Die Druckwerke.

Das wesentlichste Verbreitungsmittel des menschlichen Wissens sind die Druckwerke, welche sich wieder theilen lassen in die Werke der Tagespresse und in die Werke der eingehenden Literatur. Beide Abtheilungen der Druckwerke wirken bezüglich ihres Inhaltes und auch ihres Quantums auf die Verbreitung des Wissens, und muss das Letztere zu einem sehr bedeutenden Theile, wenn auch indirect, so doch ausschliesslich, dem durch den Dampf erleichterten Verkehre zu Lande zugeschrieben werden, wie dies der Zuwachs der Tagespresse und des Quantums der Literatur seit der Zeit der Eisenbahnen zeigt.

Schon in der früher, anlässlich der Besprechung der Bauliteratur gegebenen Tabelle wurde die heutige Versendungsquantität der Tagesjournale und ihre Verbreitung in Europa (insgesammt 862 Millionen Exemplare pro anno) geschildert.

Der Anwuchs der Journale und des Versendungsquantums derselben während der mächtigen Entwickelung des Eisenbahnwesens, also direct und indirect durch die Eisenbahnen, kennzeichnet sich durch die folgenden Angaben. Die Zahl der Journale (Zeitschriften und Zeitungen) betrug:

in England 1851 = 653 und 1874 = 1585,
„ Oesterreich-Ungarn 1864 = 464 „ 1872 = 1016.

Der Anwuchs des Journalverkehres, welcher ja fast lediglich durch den Eisenbahnverkehr getragen wird, kennzeichnet

sich dadurch, dass in Oester.-Ungarn 1860 = 42,075.485 Exemplare
1870 = 81,383.857 „
von verschiedenen Zeitungen abgestempelt wurden.

Das andere Bildungsmittel, die ständigen Werke der Literatur, haben wir bezüglich ihres Stoffanwuchses schon früher (pag. 118) berührt; bezüglich ihres Quantums, welches ja wieder fast ausschliesslich der Verkehrserleichterung entstammt, sei nur das Folgende angeführt.

Der Leipziger Commissionsbuchhandel umfasste an Büchern im Jahre und (circa) in Centnern:

1869	1870	1871	1872
148.900	135.500	148.500	158.200

Zahl der deutschen Zeitschriften 1873.

Berlin	343
Leipzig	300
Wien	203
Dresden	68
Stuttgart	54
München	53
Breslau	44
Hamburg	34
Prag	33
Frankfurt am Main	26
Halle	22
Hannover und Erlangen, je	21
Bern	19
Basel	18
Königsberg, Göttingen und Würzburg, je	17
Bremen und Zürich	16
Darmstadt, etc.	15

Die Zahl der Tagesblätter und periodischen Schriften beträgt in

Oesterreich-Ungarn (1872)	1016
Frankreich (1869)	2024
Grossbritannien (1874)	1585

§. 3. Sein Einfluss auf die Formung der menschlichen Gesellschaft.

Die Formung der menschlichen Gesellschaft ist jederzeit der geschichtliche Ausdruck derjenigen menschlichen Arbeit, welche durch den Motor „Wissen" auf den Hebel „Verkehr" ausgeübt wird. Der vermehrte, weil erleichterte Verkehr bringt daher das Individuum in der Gesellschaft zur erhöhteren Geltung, und die Gesellschaftsform wendet sich demnach von jener der Autokratie zu der der Demokratie. Denn, wie sehr richtig der berühmt gewordene Satz Buckle's: „Die Halle der Wissenschaft ist der Tempel der Demokratie" auch ist, so fusst er doch immer auf dem Gedanken von der Allgemeinheit der Verehrung des Fortschrittes des menschlichen Geistes, und diese Allgemeinheit kann ohne den regsamen Verkehr niemals gedacht werden, wie dies auch die Geschichte der menschlichen Freiheit in der Placirung der letzteren an die Territorien der Verkehrserleichterung zeigt.

Die in die einzelnen Gesellschaftskörper der Menschheit so tief einschneidende Verkehrserleichterung durch das Mittel der Eisenbahnen konnte daher auch nicht ohne Einfluss auf die Formung dieser Körper bleiben, und in der That hat schon die kurze Zeit des Bestehens der Eisenbahnen, also die Zeit des Zusammenwirkens des Dampfverkehres zu Lande mit jenem zur See und beide vereint mit der Dampfarbeit hingereicht, um ein gewisses allgemeines Zurücktreten der Heraldik und ein allgemeines Hervortreten jener Grösse des Geistes, der Macht des Verstandes und der Fülle der Kenntnisse bemerkbar zu machen, welches, weil an ein universelles Verkehrsmittel geknüpft, einen universellen Charakter und um dessentwillen das Kriterium seines Bestandes besitzt.

Diese Formveränderung im Gange der Gestalten der Gesellschaftskörper, welche wir die Staaten nennen, prägt sich insbesondere nach drei Richtungen aus: *a)* nach jener des Verschwindens des Kleinstaates, *b)* nach jener des Umsichgreifens des Constitutionalismus, und *c)* nach jener der Autonomie der Gemeinde. Die erstere Richtung ist wesentlich die Folge des Gravitationsvermögens der Verkehrserleichterung, welches den Cirkelschlag der materiellen Interessen erweitert und jenen des Nationalhasses verkleinert; die zweite Richtung ist eine Folge des durch den erleichterten Verkehr bedingten Gesetzes von der Theilung der durch die Forderungen der Zeit vermehrten Arbeit; und die dritte Richtung ist eine Folge der allseitigen Durchdringung des Wissens, wieder vermöge der Verkehrserleichterung.

§. 4. Sein Angriff auf die äusseren Feinde der Menschheit.

Die drei äusseren Hauptfeinde der Menschheit: Hunger, Krankheit und Krieg, welche vermöge des unumstösslichen Gesetzes des Kampfes um das Dasein immer auf uns eindringen und eindringen werden, können nur durch die Kraft der menschlichen Vereinigung bis zu jenem Grade entfernt gehalten werden, den wir zum Athmungsprocesse der jeweilig vorhandenen Cultur bedürfen.

Diese Vereinigung kann sich aber auch wieder nur auf die Basis des Verkehres stellen, und der vervollkommnetste Verkehr bietet also die breiteste Basis.

Und in der That vermögen wir gerade seit der Zeit der Entstehung der Eisenbahnen eine sehr merkliche Fernedrängung dieser Hauptfeinde der Menschheit zu erkennen. Was nämlich:

a) den Hunger anbelangt, entstehe er nun aus Mangel an Arbeit oder aus Grund des Misswachses, so ist er in seiner rohesten Form als Hungersnoth im Bereiche der Eisenbahnen und nur durch diese bereits völlig verdrängt und dringt er im Rayon der Eisenbahnen nur mehr auf jenes einzelne Individuum ein, dem es an materieller und sprachlicher Kraft gebricht, die entfernte Arbeitsstätte aufzusuchen. Dieses Verschwinden der Hungersnoth beruht namentlich auf der heutigen Entwickelung des Fleisch- und Getreidehandels, welch' letzterer sich bekanntlich

dadurch kennzeichnet, dass das Verkehrsmittel der Eisenbahnen bereits die extremen Productionsländer Nordamerika und Südrussland befähigt hat, sehr entfernte Binnenplätze, wie Süddeutschland und die Schweiz, zur Concurrenzstätte erwählen zu können. Was:

b) die Krankheit anbelangt, so kann allerdings das durch das Mittel der Eisenbahnen sehr erleichterte Reisen die Verschleppung des Krankheitsstoffes leicht befördern; allein selbst die Verschleppung schwächt, wenn sie ausgedehnt ist, die Intensität des schädlichen Stoffes, und im grossen Ganzen haben jene Auswüchse der Krankheit (wie sie noch im Mittelalter, vermöge der gesammten Verkehrsstockung so grässlich auftraten, als der schwarze Tod erschienen, und wie sie uns von Hecker in seinem Werke über die grossen Volkskrankheiten des Mittelalters so eingehend geschildert werden) aufhören müssen, weil: α) gerade das erleichterte Reisen die massenweise Entfernung vom Krankheitsherde einerseits und die Raschheit und Massenhaftigkeit des Verkehres anderseits die Quantität und Qualität der Hilfeleistung vermehrt; weil β) die durch die vervollkommnetere Bewegung vermittelte Erhöhung der Civilisation die Wildheit der Natur mehr denn ehedem beherrscht und dämmt; und weil γ) das erleichterte Reisen in andere Gegenden den Gesundheitszustand insgesammt verbessert. — Was nun noch:

c) den Krieg betrifft, so ist das Uebel desselben durch die Eisenbahnen direct und um dessenthalben wesentlich vermindert worden, weil es durch dieselben aus nahe liegenden Gründen verkürzt wurde. Die indirecten, wohlthätigen Einflüsse der Eisenbahnen gegen die Seuche des Krieges, zu denen die durch den Bahnverkehr verbreiteten Anschauungen der Civilisation, dann die Raschheit der Beseitigung der Verwundeten und der Gefangenen zu rechnen ist, gipfeln aber in dem Momente, dass die durch die Eisenbahnen erzeugte Kriegswucht Heere bedingt, deren Kopfzahl die friedliche Arbeit schon fast nicht mehr nähren kann, und demnach erstens die Veranlassung zum Kriege immer mehr gemieden und der Entschluss zur Blutaction immer schwieriger wird, und zweitens das Mittel der physischen Möglichkeit der Kriegführung immer mehr und mehr weicht.

§. 5. Sein Wirthschaftswerth.

Nur die schon wiederholt hervorgehobene Vereinigung der diversen Culturfactoren hat unseren heutigen Wirthschaftswerth erzeugt, der bereits mit der völligen Erkenntniss des Werthes des Individuums hantirt; aber der Bahnverkehr ist doch in der Arbeitsmaschine der Menschheit das eigentliche Schwungrad. Denn dieser allein hilft uns hinweg über die todten Punkte in dem Getriebe und erzeugt jene unschätzbare lebendige Kraft, die, solange der Motor Wissen überhaupt treibt, eine völlige Stockung der Arbeit ausschliesst.

Die Wissenschaft der Statistik liefert uns die Diagramme über die Werthe dieser unserer Wirthschaftsarbeit und ein gewisses Zusammengehen der Linien dieser Werthe mit jenen der Ausbreitung des Bahnnetzes setzt es ausser allem Zweifel, dass der Bahnverkehr auch in der Wirthschaftsfrage unter den anderen Förderhebeln die Oberhand behält.

Es ist nun in einer generellen Skizze gar nicht durchführbar, den durch den Bahnverkehr so wesentlich gesteigerten Auftrieb unserer Wirthschaftsverhältnisse in allen seinen Theilen zu berühren, geschweige zu untersuchen, und müssen wir uns nur auf einige wenige Orientirungsobjecte beschränken; wir wählen hierzu: *a)* die Betrachtungen der durch den Eisenbahnbetrieb entstandenen neuen Industrien, ferner *b)* im Anschlusse an die früheren Erörterungen (Cap. 3) die Beobachtung der wichtigsten Industriezweige, α) Kohlenbergbau, β) Roheisenproduction und γ) Baumwollindustrie, sowie *c)* einzelne Notizen über den Anwuchs des Welthandels.

1. Neue Industriezweige.

Nachdem wir die durch den Bau der Bahnen hervorgerufenen Industriezweige schon oben berührt haben, erübrigt hier nur noch, der durch den Bahnbetrieb veranlassten neuen Industriezweige in Kürze zu gedenken; es sind dies vor Allem die Industrien des Locomotiv- und des Wagenbaues. Das Gewicht dieser Industrien ist wegen der Massenhaftigkeit der Objecte, wegen der stetigen Umgestaltung derselben durch die Fortschritte der Wissenschaft und endlich wegen der ausserordentlichen Abnützung dieses Roll-

materiales von sehr grosser Bedeutung. Man kann diese Bedeutung einigermassen schätzen, wenn man bedenkt, dass allein in dem Rollmateriale der Bahnen der Welt heute doch allermindestens eine Capitalsanlage von 3000 Millionen Gulden investirt ist.

Der sachliche Umfang der Industrie des Locomotiv- und Wagenbaues ist aus den folgenden beiden Tabellen einigermassen entnehmbar.

Fabriksnummern der in Wien (1873) ausgestellt gewesenen Locomotiven. (Nach Schaltenbrand.)

1	A. Borsig, Berlin	3031
2	A. Köchlin, Mühlhausen	2236
3	Comp. de Fives Lille, Paris	—
	dto. auf der Pariser Ausstellung bereits	1509
4	G. Sigl, Wien	1657
5	Schneider & Comp., Creuzot	1549
6	Oesterr. Staatsbahn, Wien	1267
7	Maschinenfabrik, Esslingen	1249
8	Actiengesellschaft (Eggestorf) Linden	1000
9	John Cockeril, Seraing	969
10	Cloparède & Comp., St. Denis	921
11	v. Maffei, München	900
12	Maschinenfabrik, Karlsruhe	752
13	Henschel & Sohn, Cassel	587
14	Vulkan, Stettin	500
15	Schwarzkopff, Berlin	476
16	Wöhlert, Berlin	386
17	Krauss & Comp., München	302
18	Central Belge, Brüssel	300
19	Couillet, Charleroi	291
20	Walker & Comp., Bristol	186
21	Hartmann, Chemnitz	168
22	Floridsdorf, Wien	110
23	Maschinenfabrik, Darmstadt	51
24	Ch. Carels, Gent	47
25	Maschinenfabrik, Forge am Harz	12

Locomotivfabriken. (Nach v. Heusinger.)

Land	Zahl der Fabriken	Jährliche Leistung, Stück Locomotiven	bis Ende 1875 circa fabricirt Stück Locomotiven
Deutschland . . .	19	1.795	15.400
Oesterreich . .	5	460	3.680

Wagenbauanstalten. (Nach v. Heusinger.)

Land	Zahl der Fabriken	Jährliche Leistungsfähigkeit	
		Stück Personenwagen circa	Stück Güterwagen circa
Deutschland . . .	55	5.380	43.500
Oesterreich . . .	10	1.450	12.500
Schweiz	5	260	2.900

2. Die wichtigsten Industriezweige.

a) Der Kohlenbergbau.

Der ganz riesige Aufschwung dieser in seiner modernen Entwickelung vollständig an den Bahnverkehr geknüpften Bergwerksindustrie lässt sich nach den Zahlen in den folgenden Tabellen ermessen:

1. Aufschwung des Steinkohlenbergbaues in Preussen.

1785	2,432.000	Zollcentner
1805	12,267.616	"
1817	18,613.453	"
1838	43,858.988	"
1840	48,460.180	"
1845	65,864.074	"
1850	79,029.535	"
1855	154,808.690	"
1860	202,477.779	"
1865	379,946.062	"
1870	466,324.753	"
1874	638,773.665	"

2. Aufschwung des Braunkohlenbergbaues in Preussen.

1825	4,027.347	Zollcentner
1837	7,837.890	„
1847	21,699.585	„
1857	54,733.269	„
1867	110,277.562	„
1874	174,382.986	„

3. Aufschwung des Steinkohlenbergbaues in Grossbritannien.
(Nach Dr. Brachelli.)

1846	702.2	Mill.	Zollctr.
1856	1,354.0	„	„
1860	1,626.2	„	„
1870	2,243.6	„	„
1873	2,580.6	„	„

4. Aufschwung des Steinkohlenbergbaues in Frankreich.
(Nach Dr. Brachelli.)

1850	88.4	Mill.	Zollctr.
1860	164.8	„	„
1870	262.6	„	„
1873	349.7	„	„

5. Aufschwung des Steinkohlenbergbaues in Belgien.
(Nach Dr. Brachelli.)

1840	78.6	Mill.	Zollctr.
1850	116.1	„	„
1860	192.2	„	„
1870	273.9	„	„
1873	315.6	„	„

6. Aufschwung des Stein- und Braunkohlenbergbaues in Oesterreich-Ungarn. (Nach Dr. Brachelli.)

1840	9.4	Mill.	Zollctr.
1851	23.9	"	"
1860	69.9	"	"
1870	167.1	"	"
1873	238.1	"	"

7. Aufschwung des Stein- und Braunkohlenbergbaues in Böhmen. (Nach Dr. Schebek.)

Jahr	Steinkohlen metr. Ctr. = 100 Kilogr.	Braunkohlen metr. Ctr. = 100 Kilogr.
1851	3,358.205	632.811
1860	9,246.751	6,490.951
1865	14,456.847	9,873.365
1870	22,299.433	19,344.795
1872	23,912.099	27,881.796
1874	24,808.846	59,848.621

Bezüglich des gegenwärtigen Umfanges des Kohlenbergbaues (Stein- und Braunkohlen) in ganz Europa und in den überseeischen Ländern geben Dr. Brachelli und Dr. F. X. Neumann die folgenden Zahlen.

Gegenwärtige Kohlenproduction der Welt in Million Zollcentner.

Britannien (1873)	2580.6	Uebertrag .	4376.0
Deutschland (1872)	846.5		
Frankreich (1873)	349.7	Vereinigte Staaten (1872) .	41.5
Belgien (1873)	315.6	Britisch-Amerika (1870) . .	0.8
Oesterreich-Ungarn (1873) .	238.1	Australien (1869)	1.0
Russland (1874)	27.0	Indien (1872)	4.5
Spanien (1871)	11.4	Japan (1870)	0.03
Italien (1873)	2.2	Borneo und Sumatra (1872)	0.01
Niederlande (1871)	2.2	Totalsumme .	4424.3
Schweden (1872)	0.8		
Portugal (1872)	0.5		
Andere europäische Staaten	1.4		
Summe, Europa .	4376.0		

Dieser Anwuchs des Kohlenverkehres, dessen Steigerung im Hinblicke auf die Zahlen pag. 80 ff. und auf die Notiz, dass England, Deutschland, die Vereinigten Staaten, Frankreich, Belgien und Oesterreich-Ungarn laut der folgenden Tabelle

im Jahre	1860	1866	1872
Millionen Zollcentner Kohlen	248	366	503
oder im Verhältnisse	1	1.5	2.0
bei dem Eisenbahnnetze von (rund) Kilom.	94.000	115.000	181.000
oder im Verhältnisse	1	1.2	2.0
Zollcentner Kohle pro Kilometer Bahn	2.638	3.182	2.779

förderten, fast völlig übereinstimmt mit der Steigerung des Bahnnetzes; dieser Anwuchs ist die Wirkung der Coakseisenfabrication, der Maschinenarbeit und des maschinellen Verkehres, welch' letzterer aber auch die Ursache der Entwickelung der beiden ersteren ist.

Der ziffermässige Zusammenhang zwischen der Entwickelung der Kohlenförderung und jener des Eisenbahnnetzes in verschiedenen Ländern ist auch thatsächlich ein sehr inniger, wie dies die folgenden Tabellen erkennen lassen.

1. In Preussen wurden Centner Stein- und Braunkohlen pro Kilometer dort vorhandener Eisenbahn producirt:

im Jahre 1848 = 39.007 Ctr.	im Jahre 1864 = 71.848 Ctr.
„ „ 1852 = 44.091 „	„ „ 1868 = 59.390 „
„ „ 1856 = 56.593 „	„ „ 1871 = 55.487 „
„ „ 1860 = 51.064 „	„ „ 1873 = 57.536 „

2. In Frankreich wurden metrische Centner Steinkohle pro Kilometer der vorhandenen Eisenbahnen producirt:

im Jahre 1859 = 8.238 metr. Ctr.	im Jahre 1865 = 8.323 metr. Ctr.
„ „ 1861 = 9.306 „ „	„ „ 1867 = 7.861 „ „
„ „ 1863 = 8.898 „ „	„ „ 1869 = 7.652 „ „

3. Die österreichische Kohlenproduction betrug pro Meile der vorhandenen Eisenbahnen:

im Jahre 1860 = 91.852 Ctr.	im Jahre 1866 = 102.938 Ctr.
„ „ 1862 = 104.714 „	„ „ 1868 = 127.066 „
„ „ 1864 = 103.731 „	„ „ 1870 = 131.327 „

4. Die Kohlenproduction Englands betrug pro englische Meile dort vorhandener Eisenbahnen:

im Jahre 1854	= 160.200 Zollctr.	im Jahre 1867	= 147.508 Zollctr.
„ „ 1856	= 152.718 „	„ „ 1869	= 144.602 „
„ „ 1858	= 136.004 „	„ „ 1870	= 148.164 „
„ „ 1865	= 148.560 „		

5. In Zollcentnern wurden Kohlen gefördert:

in	pro □Meile Land	pro Kilometer Bahn	pro Einwohner
England (1870)	394.000	92.600	70.5
Preussen (1871)	103.900	55.500	26.6
Frankreich (1869)	27.000	15.300	7.2
Oesterreich-Ungarn (1870)	12.800	14.700	4.0
Böhmen allein (1870) . . .	78.800	50.100	14.5

6. Die Steinkohlenförderung in Preussen und ihr Verhältniss zum Bahnnetze (alterirt durch den Hinzutritt von steinkohlenarmen Provinzen):

Jahr	Steinkohlenbeförderung in Zollctr.	Preussisches Bahnnetz in Kilometern	Steinkohlenförderung in Zollctr. pro Kilom. der Bahnlänge
1850	79,029.535	2.650	29.822
1855	154,808.690	3.482	44.460
1860	202,477.879	5.200	38.938
1865	379,946.062	6.198	61.301
1870	466,324.753	10.821	43.094
1874	638,773.665	14.510	44.023

b) Die Roheisenerzeugung.

Dieselbe hat sich seit der Zeit der Dampfmaschine und besonders seit der Zeit der Eisenbahnen, welch' letztere die

Zusammenfuhr der Rohstoffe vermitteln, die alte Localisirung der Production also vernichten, in einer Weise erhöht, welche wir geradezu anstaunen müssen. Es betrug diese Production in:

Nordamerika	1810	1,078.000	Zollcentner
	1860	20,047.448	"
	1866	27,455.226	"
	1872	57,505.022	"
Preussen	1826	870.705	"
	1837	1,989.999	"
	1873	31,482.138	"
Grossbritannien	1788	1,410.000	"
	1796	2,497.580	"
	1806	4,960.000	"
	1826	14,780.000	"
	1851	50,800.000	"
	1866	97,830.000	"
	1873	133,410.585	"
Frankreich	1819	2,250.000	"
	1840	6,000.000	"
	1850	6,900.000	"
	1860	16,000.000	"
	1870	18,500.000	"
	1873	27,300.000	"
Oesterreich-Ungarn . .	1840	2,600.000	"
	1850	3,900.000	"
	1860	6,300.000	"
	1870	8,100.000	"
	1873	10,700.000	"

Zur generellen Uebersicht der Steigerung der europäischen Roheisenerzeugung während der Zeit der Eisenbahnen dient insbesondere die folgende Tabelle:

L a n d		1835	1866	1873
Preussen	Zollcentner	1,636.670	15,500.000	31,482.138
Zollverein	„ „	2,771.479	18,200.000	36,156.913*
Belgien	„ „	1,630.000	9,000.000	12,147.460
England	„ „	20,000.000	97,830.856	133,410.585
Frankreich . . .	„ „	5,898.000	23,062.000	27,339.430
Oesterreich . . .	„ „	2,232.837	4,690.000	10,690.158
Russland	„ „	3,500.382	5,500.010	6,683.710**
	Summe .	37,669.368	273,782.856	257,910.394

* 1872.
** 1871.

Die gesammte Roheisenerzeugung in Europa hat sich (nach Dr. Brachelli), wie folgt, gestaltet:

	Mill. Zollctr.		Mill. Zollctr.
Britannien . (1873)	133.411	Spanien . . (1867)	0.924
Deutsches Reich (1872)	36.157	Italien . . . (1872)	0.520
Frankreich . (1873)	27.340	Finnland . . (1871)	0.403
Belgien . . (1873)	12.148	Schweiz . . c.	0.200
Oesterreich-Ungarn (1873)	10.691	Norwegen . c.	0.125
Schweden . (1872)	6.887	Andere Staaten . . . c.	0.300
Russland . (1871)	6.684	Summe Europa .	239.401
Luxemburg (1872)	3.611		

Rechnet man pro 1873 die Production Nordamerikas (38.861) des übrigen Amerikas (1.000) und in den übrigen Culturländern (1.687) Millionen Zollcentner, so stellt sich die Eisenproduction der Welt auf rund 280.952 Millionen Zollcentner; und wie diese Production auf den Kohlenbergbau reagirt, mag daraus hervorgehen, dass von den 112.2 Millionen Tonnen (à 20 Centner) Steinkohlen, welche England im Jahre 1872 consumirte, auf die

Eisenindustrie	40.6 Mill. Tonnen	32.40% der Production
Fabriken	27.4 „ „	21.87 „ „ „
Haushaltungen	20.5 „ „	16.36 „ „ „
Gas- und Wasserwerke . . .	8.1 „ „	6.46 „ „ „
Bergwerke	8.0 „ „	6.38 „ „ „
Dampfschiffe	3.6 „ „	2.87 „ „ „
Eisenbahnen	2.2 „ „	1.76 „ „ „
Kupferwerke	0.9 „ „	0.72 „ „ „
Verschiedener Verbrauch . .	0.9 „ „	0.64 „ „ „
Summe . .	112.2 Mill. Tonnen	89.16% der Production

entfielen, während der Rest der Production (13.2 Millionen Tonnen exportirt wurde. Wenn man nun bedenkt, dass der internationale Schienenhandel (nach Dr. Brachelli) in Tausenden von Zoll-Centnern

in	Einfuhr			Ausfuhr		
	1871	1872	1873	1871	1872	1873
Oester.-ung. Zollgebiet	2.026.0	1.316.8	1.049.6	4.4	4.7	14.2
Deutsches Zollgebiet .	102.3	234.1	891.6	835.9	1.414.0	1.413.7
Britannien	—	—	—	19.938.0	19.210.5	15.951.5
Frankreich	6.5	224.2	170.9	561.8	1.101.6	542.0
Italien	306.9	468.1	580.6	4.2	1.3	58.6
Schweden	200.9	343.4	970.4	21.4	17.5	3.9
Belgien	5.9	150.3	193.5	1.672.9	1.629.9	1.458.8

betrug, und dass allein der mittlere jährliche Verbrauch des Eisenbahnbaues an Schieneneisen und Befestigungsmitteln circa 24 Millionen Centner pro anno, also circa 10 Percent der gesammten Eisenproduction der Welt ausmachte, so erhellt vollkommen die Abhängigkeit der Eisenproduction von dem Eisenbahnnetze, wie dies ja meritorisch vollkommen begründbar ist, und geben auch die folgenden Tabellen hierüber einen noch specielleren Anhalt.

1. Frankreichs Roheisenproduction betrug pro Kilometer der dortigen Eisenbahnen:

im Jahre 1867 = 1.450 Zollctr. im Jahre 1869 = 1.580 Zollctr.
„ „ 1868 = 1.480 „

2. Der Export an schottischem Roheisen betrug pro englische Meile der in Grossbritannien vorhandenen Eisenbahnen:
im Jahre 1861 = 24·5 Tonnen im Jahre 1870 = 27·8 Tonnen.
„ „ 1865 = 27·4 „

3. Roheisenproduction in Preussen:

Jahr	Roheisenproduction in Centnern	Kilometer Eisenbahnen	Production pro Kilometer in Centnern
1837	1,989.999	—	—
1847	2,757.951	2.146	1.285
1857	7,945.489	4.213	1.886
1873	31,482.138	14.021	2.245

4. Die Roheisenproduction in den Vereinigten Staaten Nordamerika's betrug pro Kilometer der dortigen Eisenbahnen:

1860	472 Zollcentner
1866	462 „ „
1872	532 „ „

5. Die Roheisenerzeugung in Grossbritannien betrug pro englische Meile des dortigen Eisenbahnnetzes:

Jahr	Bahnlänge in engl. Meilen	Roheisen, Mill. Zollctr.	Zollctr. Eisen pro engl. Meile Bahn
1855	8.335	65.4	7.846
1860	10.433	77.5	7.428
1865	13.289	97.9	7.291
1870	15.145	121.2	8.009
1873	16.072	133.4	8.309

6. Ein merkwürdiges, gegen England, Preussen und Frankreich arg contrastirendes Beispiel des Darniederliegens der Roheisenproduction in Oesterreich-Ungarn liefert die folgende Tabelle des Auseinandergehens der Entwickelung

der Eisenproduction und jener des österreichisch-ungarischen Bahnnetzes, welches zunächst in der momentanen Auseinanderliegung der Eisenerze und der Coakskohlen seinen wesentlichsten Grund hat und mächtig dazu auffordert, das Aeusserste in den Tarifen, in den Dispositionen der neuen Bahnen und in der Förderung des Bergbaues des noch nicht aufgeschlossenen betreffenden Rohstoffes zu unternehmen: denn der Verbrauch des Eisens pro Kopf der Bevölkerung ist einer der besten Werthmesser des industriellen Wohlstandes. Wir werden diesen Werthmesser weiter unten bei der Geschichte der Entwickelung der Eisenindustrie (Abschnitt „Eiserne Brücken") wieder vorführen und bemerken hier nur, dass die Eisenproduction pro Einwohner

in Grossbritannien	426	Pfund
„ Belgien	221	„
„ Deutschland	83	„
„ Frankreich	65	„
„ Oesterreich	23	„
„ Russland	11	„
„ Italien	5	„

beträgt. Das Verhältniss unserer österreichischen Eisenindustrie zu unserem Eisenbahnnetze kennzeichnet sich nun wie folgt:

Auseinandergang der Entwickelungen der Eisenindustrie und des Bahnnetzes in Oesterreich-Ungarn.

Jahr	Vorhandene Eisenbahnen österr. Meilen	Roheisenproduction in Million Zoll-Ctr.	pro Meile Bahn entfallen Ctr. Roheisenproduction
1850	199	3.9	19.598
1860	590	6.3	10.678
1870	1.246	8.1	6.501
1873	2.120	10.7	5.047

c) Textilindustrie.

Wir haben in dem Beispiele der Baumwollindustrie bereits früher die Wichtigkeit der Textilindustrie überhaupt kennen gelernt

und gesehen, wie sie aufblühte durch die Erfindung der Dampfmaschine, und können nur an dieser Stelle hervorheben, dass sie durch den modernen Dampfverkehr ebenfalls zu einer ehedem niemals geträumten Höhe gelangt ist.

Wenn wir, um nur auf den einen Rohstoff der Textilindustrie, auf jenen der Baumwolle zurückzugreifen, erwähnen, dass (nach Kolb) die Ernte in diesem Stoffe des „King-Cotton" in den Jahren

1846	1851	1856	1861	1866	1871	1873
920.8	1.260.4	1.557.3	1.088.1	1.641.1	2.286.0	2.073.3

Millionen Pfund betrug, so darf uns der durch die Dampfmaschinen, den Kohlenbergbau, die Eisenindustrie und die Eisenbahnen so wesentlich unterstützte Anwuchs der Spindelzahlen der mechanischen Webereien in Europa und Nordamerika nicht überraschen. Diese Spindelzahl betrug in allen Culturländern zusammengenommen:

1852 = 32,600.000 Stück
1870 = 56,584.000 „
1873 = 66,890.000 „

und vertheilt sich die letztere Zahl, wie folgt:

Grossbritannien	39,500.000
Vereinigte Staaten	8,350.000
Frankreich	5,200.000
Deutschland	5,100.000
Schweiz	2,060.000
Russland	2,000.000
Oesterreich	1,600.000
Spanien	1,400.000
Belgien	650.000
Italien	500.000
Skandinavien	300.000
Holland	230.000
Summe .	66,890.000

England und Nordamerika beherrschen also die Baumwollindustrie, und es ist in Ergänzung der im Cap. 3. gemachten Angaben nicht ohne Interesse, einen Blick auf den Anwuchs der Baumwollspinnindustrie beider Länder und innerhalb der Zeit der Eisenbahnen zu werfen, wobei wir die bekannte Thatsache durch Ziffern belegt finden, dass Nordamerika die Baumwollindustrie mit ungemeiner Macht in die Hand nimmt.

Grossbritannien besass

im Jahre	1851	1861	1870	1873
Baumwollspindeln	20,977.017	30,387.467	37,718.758	39,500.000

Die Vereinigten Staaten Nordamerikas besassen

im Jahre	1831	1850	1860	1869	1873
Fabriken . . .	795	1.074	1.091	—	—
Zahl der Spindeln	1,246.503	3,633.693	5,235.727	6,700.557	8,500.000
Werth der Jahresproduction in Dollars . . .	—	65,501.687	115,681.774	—	—

England, welches zwischen 1735 bis 1749 jährlich etwa 1 Million Pfund Baumwolle verarbeitete,

welches 1701 = 1,170.881 Pfund
1750 = 2,976.610 „
1780 = 6,766.613 „
1790 = 31,447.605 „
1800 = 56,010.732 „
1805 = 59,600.000 „
1810 = 132,400.000 „
1830 = 263,900.000 „
1840 = 592,400.000 „
1860 = 1.435,800.000 „
1873 = 1.508,600.000 „

Baumwolle einführte, verspann 1873, schon 1243 Millionen Pfund, also in einem Arbeitstage dasselbe Quantum, wie vordem in 4 Jahren, und ist dies Ergebniss ganz wesentlich durch die Eisenbahnen unterstützt worden, welche Kohle und Wolle zur Fabrik und das Product zur Verarbeitungsstelle und schliesslich in alle Welt zur Verbrauchsstelle senden — das Spinnen am Rocken also verdrängt und die dabei beschäftigten Menschen anderen Erwerbszweigen zugewendet haben. Den Wirthschaftswerth dieses letzteren Momentes kann man genügend schätzen, wenn man berücksichtiget, dass die Maschinenarbeit schon dem „Halberwachsenen“ Verdienst zuwendet und dass die Leistung eines Maschinenspinners circa 100mal so gross ist, als die des Handspinners.

Bezüglich der Verwebung des Baumwollgespinnstes sei nur auf folgende Zahlen hingewiesen. Es besitzen gegenwärtig (und rund) Webestühle:

Oesterreich-Ungarn (1870) 20.000 Stück Maschinenstühle
und 42.000 Handstühle
Deutschland (1870) 60.000 „ „
Grossbritannien (1870) 405.122 „ „
Frankreich (1873) 62.537 „ „
und 82.804 Handstühle;
Russland (1871) 28.000 „ „
und 51.500 Handstühle.

Ohne nun andere Zweige der Textilindustrie zu verfolgen, obschon der Aufschwung in solchen ebenfalls seit der Zeit der Eisenbahnen ein ungemein bedeutsamer geworden ist; denn es betrug beispielsweise die Zahl der Dampfwebestühle allein in der Schafwollindustrie Englands:

1850	1861	1875
42.056	64.818	139.090

und allein in der Leinen- und Juteweberei Englands:

1850	1861	1874
3.670	15.347	39.798

so gibt uns die hier skizzirte Entwickelung der Baumwollindustrie seit der Zeit der Eisenbahnen einen mächtigen Beweis der Abhängigkeit auch der Textilindustrie von dem Verkehrsmittel der Eisenbahnen. Und wenn auch wegen der Einwirkung anderer, mächtiger Factoren auf diese Entwickelung in der Textilindustrie überhaupt kein gesetzmässiger Zusammenhang zwischen der Entwickelung dieser Industrie und jener des Bahnnetzes aufgefunden werden kann, so dürften doch die folgenden wenigen Tabellen dazu beitragen, den dominirenden Einfluss des Bahnverkehres erkennen zu lassen.

1. Die Spindelzahl in der Leinenindustrie betrug pro Kilometer vorhandener Eisenbahnen:

in	im Jahre 1862	im Jahre 1866
England	65.3 Stück	67.1 Stück
Belgien	114.1 "	116.9 "
Zollverein	11.4 "	11.6 "
Frankreich	40.6 "	41.2 "

2. Die Dampfwebestühle in der Schafwollindustrie Englands betrugen pro englische Meile der vorhandenen Bahnen:

Jahr	1850	1861	1875
Dampfwebestühle	42.056	64.818	139.090
Länge der Bahnen engl. Meilen	6.621	10.865	16.689
Stühle pro Meile	6.3	6.0	8.3

3. Die Schafwolleinfuhr nach England betrug:

im Jahre	Ballen	Bahnlänge in engl. Meilen	Ballen pro engl. Meile
1863	608.183	12.322	49.3
1864	690.796	12.789	54.0
1865	713.075	13.289	53.6
1866	812.532	13.854	58.6
1867	801.174	14.247	56.2
1868	879.118	14.625	60.1

4. Die Zahl der Baumwollspindeln Nordamerikas betrug pro Kilometer der dortigen Bahnen:

1860	1869	1873
106.3	85.2	74.7

5. Die Verarbeitung der Baumwolle in den Vereinigten Staaten betrug:

im Jahre	Ballen	Ballen pro engl. Meile Bahn
1861	558.600	17
1865	554.400	16
1867	865.200	22
1869	998.806	20
1871	1,042.000	16

6. Die Aus- und Einfuhr von fertigen Kleidern im Zollvereine betrug pro Kilometer der in Deutschland vorhandenen Eisenbahnen:

im Jahre 1850 = 80·1 Pfd. im Jahre 1866 = 88·3 Pfd.
„ 1865 = 86·9 „

7. Die Ein- und Ausfuhr in Webe- und Wirkwaaren in Oesterreich-Ungarn betrug pro Kilometer dort vorhandener Eisenbahnen:

im Jahre 1861 = 9.825 fl. ö. W. im Jahre 1869 = 13.347 fl. ö. W.
„ 1867 = 12.363 „ „ 1870 = 10.244 „
„ 1868 = 13.169 „ „ 1871 = 10.029 „

3. Handel und Verkehr im Allgemeinen.

Die bekannte Thatsache der Belebung des Handels und des Verkehres durch die Entfaltung des Bahnnetzes lässt sich, wegen der Mitwirkung anderer Factoren, ebenfalls in keine gesetzmässige Relation bringen; allein auch hier gestatten Zahlen den Einblick der Dominirung des Bahnverkehres über andere Factoren, und sei

desshalb diese zuerst von Baxter (Journal of the Statistical Society of London; 1866) aufgestellte Untersuchungsmethode hier weiter verfolgt:

1. Einfluss der Verkehrswege auf die Ein- und Ausfuhr in Frankreich. (Nach Baxter.)

Jahr	Eisenbahnen, schiffbare Flussstrecken und Canäle, engl. Meilen	Werth der Ein- und Ausfuhr, £ Strlg.	Werth der Ein- und Ausfuhr pro engl. Meile in £ Strlg.
1840	8.264	82,520.000	9.985
1845	8.547	97,080.000	11.358
1850	9.507	102,204.000	10.750
1855	11.015	173,076.000	15.712
1860	13.286	232,192.000	17.476
1865	15.830	293,144.000	18.518

2. Einfluss der Verkehrswege auf die Ein- und Ausfuhr in England. (Nach Baxter.)

Jahr	Eisenbahnen, schiffbare Flussstrecken und Canäle, engl. Meilen	Werth der Ein- und Ausfuhr in £ Strlg.	Werth der Ein- und Ausfuhr pro engl. Meile Verkehrsweg in £ Strlg.
1840	5.200	119,000 000	22.884
1845	6.441	135,000.000	20.959
1850	10.733	171,800.000	16.006
1855	12.334	260,234.000	21.098
1860	14.433	375,052.000	25.985
1865	17.289	490,000.000	28.341

3. Einfluss der Eisenbahnen und Canäle auf die Ein- und Ausfuhr in Belgien. (Nach Baxter.)

Jahr	Eisenbahnen und Canäle in engl. Meilen	Werth der Ein- und Ausfuhr in £ Strlg.	Werth in £ Strlg. pro engl. Meile Verkehrsweg
1845	1.205	26,920.000	22.340
1853	1.590	47,760.000	30.037
1860	1.907	72,120.000	37.818
1864	2.220	97,280.000	42.919

4. Einfluss der Eisenbahnen und Canäle auf die Ein- und Ausfuhr in den Vereinigten Staaten. (Nach Baxter.)

Jahr	Eisenbahnen und Canäle in engl. Meilen	Werth der Ein- und Ausfuhr in £ Strlg.	Werth der Ein- und Ausfuhr in £ Strlg. pro engl. Meile Verkehrsweg
1844	10.310	45,759.000	4.437
1850	13.475	68,758.000	5.102
1855	23.398	111,797.000	4.778
1860	34.770	158,810.000	4.567

5. Der Werth der Waaren-Ein- und Ausfuhr in Oesterreich-Ungarn betrug pro Kilometer Eisenbahn:

im Jahre 1861 = 103.278 fl. ö. W. im Jahre 1867 = 116.149 fl. ö. W.
„ 1863 = 101.038 „ „ 1869 = 112.185 „
„ 1865 = 100.687 „ „ 1871 = 92.824 „

6. Die Einfuhr mineralischer Rohstoffe als Genussmittel nach Oesterreich-Ungarn betrug pro Kilometer dort vorhandener Eisenbahnen:

im Jahre 1867 = 22.0 fl. ö. W. im Jahre 1870 = 24.1 fl. ö. W.
„ 1868 = 24.5 „ „ 1871 = 20.6 „
„ 1869 = 24.1 „

7. Werth der aus Oesterreich-Ungarn ausgeführten mineralischen Rohstoffe als Hilfsstoffe für die Industrie pro Kilometer der dort vorhandenen Eisenbahnen:

im Jahre 1864 = 659 fl. ö. W. im Jahre 1868 = 829 fl. ö. W.
„ 1865 = 575 „ „ 1869 = 847 „
„ 1866 = 635 „ „ 1870 = 715 „
„ 1867 = 839 „ „ 1871 = 630 „

8. Die Ausfuhr Italiens betrug pro Kilometer dortiger Eisenbahnen:

im Jahre 1865 = 149.434 Francs im Jahre 1869 = 142.449 Francs
„ 1866 = 128.151 „ „ 1870 = 122.474 „
„ 1867 = 149.158 „ „ 1871 = 170.203 „
„ 1868 = 146.710 „

9. Der Import gebrannter Flüssigkeiten nach Oesterreich betrug pro Kilometer vorhandener Eisenbahn:

im Jahre 1867 = 1·88 Ctr. im Jahre 1870 = 1·64 Ctr.
„ 1868 = 1·87 „ „ 1871 = 1·66 „
„ 1869 = 1·72 „

10. Abhängigkeit des Triester Platzes von den Eisenbahnen Oesterreichs.

Im Jahre	betrug die Länge der österreichischen Eisenbahnen Kilometer	betrug der Werth der Ein- und Ausfuhr von Triest fl.	pro Kilometer vorhandener Eisenbahn betrug der Triester Handel fl.
1861	5.626	80,212.000	14.260
1862	5.863	86,054.000	14.670
1863	6.003	48,274.000	14.030
1864	6.041	91,199.000	15.100
1865	6.397	96,898.000	15.140
1866	6.320	96,596.000	15.210
1867	6.602	105,256.000	15.940
1868	7.345	132,016.000	17.980
1869	8.234	136,372.000	16.560
1870	9.781	156,247.000	15.980
1871	12.099	178,893.000	14.780

Im Jahre	betrugen die Einnahmen des Oesterr. Lloyd fl.	betrug die Länge der österreichischen Eisenbahnen Kilometer	pro Kilometer Eisenbahn hatte der österr. Lloyd eine Einnahme von fl.
1860	6,833.513	5.161	1.324
1861	7,384.343	5.626	1.313
1862	7,870.331	5.864	1.359
1863	7,729.372	6.003	1.287
1864	8,408.853	6.041	1.392
1865	7,446.791	6.397	1.164
1866	7,535.107	6.320	1.192
1867	8,921.135	6.602	1.351
1868	9,043.971	7.345	1.231
1869	9,497.985	8 234	1.153
1870	10,401.321	9.781	1.063

11. Resultate der deutschen Eisenbahnen auf den Colonialhandel Deutschlands nach Oesterreich. (Concurrenz mit Triest.)

Jahr	Einfuhr in Colonialwaaren und Südfrüchten aus Deutschland nach Oesterreich fl.	Länge des Deutschen Eisenbahnnetzes betrug in Kilometern	Die Einfuhr der Colonialwaaren und Südfrüchte betrug also pro Kilometer fl.
1852	4,941.410	6.606	748
1857	7,442.144	8.991	828
1862	12,641.101	12.048	1.049
1867	15,934.783	15.679	1.016
1871	21,734.493	20.980	1.035

Gehen wir von diesem Nachweise des herrschenden Einflusses der Eisenbahnen auf den Generalhandel über zu einigen anderen wichtigen Industriezweigen und zum Ackerbaue und der Viehzucht, so lässt sich auch auf diesen Gebieten der dominirende Einfluss des Bahnnetzes erkennen.

1. Die Rübenzuckerfabrication im Zollvereine betrug pro Kilometer der in Deutschland vorhandenen Eisenbahnen an verarbeiteter Rübe:

im Jahre 1860 = 3.102 Zollctr. im Jahre 1866 = 2.938 Zollctr.
„ 1862 = 2.630 „ „ 1868 = 2.488 „
„ 1864 = 3.043 „ „ 1870 = 2.760 „

2. Die Salzproduction im Zollvereine betrug pro Kilometer dort vorhandener Eisenbahnlänge:

im Jahre 1863 = 654 Zollctr. im Jahre 1867 = 706 Zollctr.
„ 1864 = 744 „ „ 1868 = 718 „
„ 1865 = 656 „ „ 1869 = 739 „
„ 1866 = 704 „

3. Die Ein- und Ausfuhr von Borstenvieh in Oesterreich-Ungarn betrug pro Kilometer der vorhandenen Eisenbahnen:

im Jahre 1867 = 99 Zollctr. im Jahre 1870 = 99 Zollctr.
„ 1868 = 115 „ „ 1871 = 69 „
„ 1869 = 112 „

4. Die Einfuhr von Eiern nach England betrug pro englische Meile dort vorhandener Bahnen:

im Jahre 1850	= 25.400 Stück	im Jahre 1863	= 21.660 Stück
„ 1855	= 17.600 „	„ 1864	= 26.150 „
„ 1861	= 18.700 „	„ 1865	= 27.400 „
„ 1862	= 20.110 „	„ 1866	= 31.600 „

5. Die Ausfuhr von Eiern aus Frankreich nach England betrug pro Kilometer Eisenbahn in Frankreich:

im Jahre 1862	= 16.200 Stück	im Jahre 1865	= 24.700 Stück
„ 1863	= 18.600 „	„ 1866	= 24.000 „
„ 1864	= 21.980 „		

Die Abhängigkeit des Schiffsverkehres von den Eisenbahnen eines Landes kennzeichnet sich u. A. durch die zwei folgenden Tabellen:

1. Der Hafenverkehr in Grossbritannien betrug pro Kilometer der dort vorhandenen Eisenbahnen:

im Jahre 1859	= 1.200 Tonnen	im Jahre 1869	= 1.264 Tonnen
„ 1860	= 1.239 „	„ 1870	= 1.297 „
„ 1861	= 1.253 „	„ 1871	= 1.443 „

2. Der Hafenverkehr in Frankreich betrug pro Kilometer der dort vorhandenen Eisenbahnen:

im Jahre 1860	= 727 Tonnen	im Jahre 1867	= 667 Tonnen
„ 1862	= 683 „	„ 1868	= 640 „
„ 1864	= 740 „	„ 1869	= 652 „

Was den Zusammenhang des Brief- und Depeschenverkehres mit den Eisenbahnen anbelangt, so geben die folgenden acht Tabellen hinreichenden Beleg.

1. Der Briefverkehr in England betrug pro englische Meile dortiger Eisenbahnen:

im Jahre 1850	= 54.735 Stück Briefe
„ 1860	= 54.059 „
„ 1865	= 54.215 „
„ 1870	= 57.096 „

2. Der Briefverkehr in Cisleithanien betrug pro österreichische Meile dortiger Eisenbahnen:

im Jahre 1869 = 184.002 Stück Briefe
„ 1870 = 187.973 „
„ 1871 = 177.185 „

3. Der Briefverkehr in Bayern betrug pro Kilometer dortiger Eisenbahnen:

im Jahre 1855 = 18.170 Stück Briefe
„ 1865 = 16.272 „
„ 1869 = 18.920 „

4. Der Briefverkehr in Württemberg betrug pro Kilometer dortiger Eisenbahnen:

im Jahre 1855 = 21.970 Stück Briefe
„ 1860 = 28.972 „
„ 1865 = 32.933 „

5. Der Briefverkehr in Frankreich betrug pro Kilometer dortiger Eisenbahnen:

im Jahre 1860 = 28.130 Stück Briefe
„ 1861 = 27.120 „
„ 1865 = 23.380 „
„ 1866 = 22.820 „
„ 1868 = 21.640 „
„ 1869 = 21.630 „

6. Der Depeschenverkehr in Württemberg betrug pro Kilometer dortiger Eisenbahnen:

im Jahre 1863 = 437 Stück Depeschen
„ 1865 = 644 „
„ 1867 = 676 „
„ 1869 = 569 „

7. Der Depeschenverkehr in Cisleithanien betrug pro österreichische Meile dortiger Eisenbahnen:

im Jahre 1869 = 4.449 Stück Depeschen
„ 1870 = 4.537 „
„ 1871 = 4.193 „

8. Im Deutschen Reiche ist der Zuwachs des Depeschenverkehres allerdings ein weit schwunghafterer gewesen, als der Zuwachs des Bahnnetzes, denn es betrug dortselbst:

im Jahre	die Zahl der Depeschen	die Länge der Bahnen in Kilometern	also pro Kilometer Bahn Depeschen
1854	191.900	7.571	25.4
1860	829.000	11.089	74.8
1866	2,820.000	14.787	123.1
1872	8,750.000	22.918	381.9

Der in den vorstehenden Tabellen niedergelegte Einfluss des Anwuchses der Eisenbahnen auf das Gewerbe, die Industrie, den Handel und den Verkehr musste selbstverständlich auch auf die Entfaltung der Lebhaftigkeit des Eisenbahnverkehres zurückwirken.

Wir haben die Beweise dafür, bezüglich der Erhöhung der Frequenz der Reisenden, bereits früher pag. 124 gebracht, indem wir nachwiesen, dass im Allgemeinen pro Kilometer Bahn die Zahl der Reisenden

im Jahre	1860	1873
in Grossbritannien	9.739	17.592
„ Belgien	9.965	12.180
„ Preussen	3.454	7.113
„ Oesterreich-Ungarn	2.396	2.755

betrug, fügen indess bezüglich des Güterverkehres noch die beiden folgenden Tabellen hinzu, aus deren letzterer ausserdem noch die von dem Anwachsen des Bahnnetzes, also von dem Anwuchse der grösseren Frequenz abhängige Verbilligerung der Frachtsätze zu erkennen ist.

1. Steigerung des Güterverkehres.

Es wurden pro Kilometer Bahnlänge befördert Tonnen Güter im Jahre	1860	1865
in England	4.893	5.444
„ Frankreich	2.333	2.506
„ Deutschland	2.171	3.518
„ Oesterreich-Ungarn	1.389	1.645
„ Belgien	4.917	7.745

2. Einfluss der Entwickelung der Eisenbahnen auf die Entwickelung des Verkehres auf denselben und auf die Verbilligerung der Frachttarife, nachgewiesen aus der Statistik der Eisenbahnen in Preussen.

Im Jahre	betrug die Einnahme in Pfennigen pro Meile		wurden pro Meile der vorhandenen Eisenbahnen befördert	
	für die Person	für 1 Centner Gut	Personen	Ctr. Güter
1844	40·7	6·8	34.470	68.618
1850	41·0	4·3	24.470	119.397
1856	41·3	3·3	28.939	398.547
1859	37·1	3·3	30.358	363.759
1862	37·8	2·9	32.417	508.670
1865	34·9	2·5	39.553	693.638
1868	33·6	2·3	42.095	686.586
1871	29 2	2·2	46.443	758.381

IX. Capitel.

Die Conflicte.

Ein so bedeutsames Culturmittel, wie die Eisenbahnen, dessen Kraft wir bereits in der Stärke der Berechtigung seiner Entstehung, ferner in der Schwierigkeit seines Werdens, weiters in der Raschheit seiner Ausdehnung und endlich in seiner Macht auf die Vergrösserung, Vermehrung und Anwendung des menschlichen Wissens kennen gelernt haben, konnte und kann nach dem Gesetze der Contraste, welches immer nur balancirt wird durch die nachhaltigen Erwägungen über Maass und Ziel, nicht ohne Conflicte mit der bestehenden Ordnung der Dinge verbleiben. Unter diesen Conflicten sind es aber besonders drei, welche in der vorliegenden Skizze noch eine Beachtung erheischen, nämlich 1. jener mit der Nüchternheit des Schaffungstriebes, 2. jener mit der Verschiedenheit der nationalökonomischen Auffassung, und 3. jener mit der individuellen Praxis der Staatswirthschaft.

Was den ersteren Conflict anbelangt, so beruht er bei seinem Vorkommen keineswegs in der zu mächtig gewordenen Ausdehnung des Bahnnetzes eines Staates — denn wohl fast niemals wurde eine schon betriebene öffentliche Bahn gänzlich wieder aufgelassen — sondern entweder in der unrichtigen Disposition der Linie oder des Netzes, oder öfters auch in der zu raschen Entstehung des Letzteren. Derlei Conflicte erscheinen fast ausnahmslos nur in der überwuchernden Privatspeculation und ruhen selbst dann weniger auf grossem Irrthume, als auf der Sucht, entgegen allem Wirthschaftsgesetze mit wenig Arbeit viel Reichthum zu erwerben; und diese Sucht wiederum findet zumeist seinen Ausgangspunkt in der unglücklichen Verwechslung des Baues und des Betriebes einer Bahn als eigentliches, nationalökonomisches Wirthschaftsobject.

Was den anderen der genannten hauptsächlichsten Conflicte anbelangt, so erscheint er vorzugsweise in der Form der nationalökonomischen Tariffrage, also einer bedeutsamen Complication, welche noch ihrer Lösung harrt, ihren Regulator in der Investitur des Privatcapitales findet und selten mit Analogien rechnen kann, da hier die Individualität der führende Factor ist.

Endlich den dritten der genannten Conflicte betreffend, kann bemerkt werden, dass sich sein Erscheinen in jenen Streitlehren spiegelt, welche die Art der Handhabung des Culturmittels der Eisenbahnen Seitens des Staates behaupten. Die Schwierigkeiten dieser letzteren Behauptungen sind sehr gross, denn sie setzen sich aus der Eigenart des betreffenden Staates und aus den Momenten des Rechnens mit dem Bestehenden, der Schwierigkeit eines Systemüberganges und der Ungeklärtheit der Meinungen zusammen.

Wie schwerwiegend indess diese und andere Conflicte der Eisenbahnen mit unseren Gewohnheiten, unseren Uebeln, unseren Anschauungen und unseren momentan gegebenen Verhältnissen auch sein können, Conflicte, welche durch ihr Ebbemaass dem Culturgange in entfernten, uns zurückstehenden Ländern Zeit zum Nachkommen gestatten, also, dem Gesetze der Contraste unterliegend, beitragen zur Nivellirung der Cultur: immer betreffen diese Conflicte nur Uebergangsstellen auf dem Wege der Civilisation und sind nur untergeordnete Hindernisse in jenem ethischen

Streben, die menschliche Vervollkommnung auch vermittelst des Hebels der Eisenbahnen immer weiter und weiter zu erstreben. Und in diesem Sinne genommen, erwächst bis auf Weiteres wohl noch für jedes, besonders aber für ein, im modernen Verkehrsmittel noch zurückstehendes Volk die Aufgabe, sein Bahnnetz noch zu erweitern; denn der Stillstand in dieser Ausdehnung ist Lähmung der Civilisation und wirthschaftliche Krankheit des Gesellschaftskörpers und die überall noch zulässige, meist noch absolut nothwendige Erweiterung des Bahnnetzes ist nichts, als eine Escomptirung civilisatorischer Werthe.

Die materielle Form dieser Escomptirung aufzufinden, ist öfters nicht leicht, aber sie ist und bleibt immer nur das Mittel zum hohen, ethischen Zwecke, und sie verliert bedeutend an Schwierigkeit, wenn wir in den Blättern der Culturgeschichte die Analogien der vorgeschrittenen Länder und den Connex studiren, der zwischen den Eisenbahnen und der Rohproduction, zwischen den Eisenbahnen und der Fabrication, zwischen den Eisenbahnen und dem Handel und zwischen dem Bahnverkehre und dem entfalteten Wissen herrscht: ein Connex, welcher lediglich auf der Darreichung des Bewegungsmittels für das ruhende Gut, für den ruhenden Geist fusst, eine Darreichung, welche der Exploitirung, der Wohlfahrt also vorausgehen muss. Denn die Lebenskraft der Eisenbahnen stützt sich, um es zu wiederholen, auf das vormals nie erreichte Beherrschungsvermögen von Zeit und Raum. In dem multiplicirten Maasse, als der Bahntransport schneller und billiger ist, wie der Transport in alter Form, erweitert sich der Durchmesser des Wirkungskreises der Menschen; seine Wirkungsfläche wächst also im Quadrate.

Die Menschen rücken also sehr maassgebend aus der Beengung heraus, realisiren in dermalen höchstthunlichster Weise das philosophische Princip der Bewegung, geniessen die Früchte dieser Befolgung und gewinnen also, weil die mathematische Aufrollung der Wirkungsfläche durch die Eisenbahnen für die Rohgüter noch grösser ist, als für die Individuen, damit jene ethische und materielle Kraft, die unser Zeitalter höher stellt, denn eines zuvor. Es musste um dessentwillen also gar bald die Definition der Eisenbahnen als eines „Verdienstmittels“ fallen und

jene eines echten, sittlichen Culturmittels Platz greifen, und wenn ein Volk, durch die kalte Hand der selbst verschuldet schweren Zeit berührt, zuweilen, oder in Ermüdung zögert in seinem civilisatorischen Weiterbaue, so sollte es immer der gegen den Zweifel an sich selbst gerichteten Verse des grossen Engländers gedenken:

„Der angebornen Farbe der Entschliessung
Wird des Gedankens Blässe angekränkelt;
Und Unternehmungen von Mark und Nachdruck,
Durch diese Rücksicht aus der Bahn gelenkt,
Verlieren so der Handlung Namen.“

II. Abschnitt.

Vorarbeiten.

Die hohe Entwickelung, welche das Eisenbahnwesen seit der Stockton-Darlingtoner Bahneröffnung erfahren hat, wendet auch den Vorarbeiten eine ganz besondere Sorgfalt zu, und es ist ebenfalls auf diesem Gebiete das wichtige Gesetz von der Theilung der Arbeit vollständig zur Geltung gelangt; denn man trennt in Gemässheit der heutigen Anforderungen die einem Eisenbahnbaue vorhergehende Arbeit in drei wichtige, selbständige Theile.

Wir unterscheiden nämlich die geistige Arbeit der Disposition, ferner die Arbeit der allgemeinen Vorerhebungen und die technische Ausarbeitung des Projectes.

Alle diese drei Arbeitsgruppen haben auf der Wiener Weltausstellung eine würdige Vertretung gefunden, welche in nicht geringem Masse ein Zeugniss dafür abgelegt haben, dass die Erkennung der Wichtigkeit der Eisenbahnvorarbeiten zu einem Zeichen unserer industriellen Zeit geworden ist.

I. Capitel.

Disposition der Schienenwege.

In dem Maasse, als sich das Schienennetz auf der Oberfläche der Erde immer mehr und mehr ausbreitet, steigt die Schwierigkeit der Disposition des einzelnen Schienenweges; denn wenn uns auch statistische Aufzeichnungen und der täglich höher steigende Werth der Bildung der Menschheit mehr als früher befähigen, den Kreis fruchtbarer Ideen auf exacte Unterlagen zu stellen, so ist

doch die Conception einer Bahnanlage heute weit schwieriger, als ehedem, weil der Absolutismus des einzelnen Schienenweges verloren gegangen ist, und wir uns vielmehr inmitten des Wogengetriebes der Concurrenz, also der Freiheit der Gedanken befinden.

Unter den drei Factoren aber, welche das Werden und das Leben einer Eisenbahn bedingen, nämlich unter den Factoren der geistigen Schaffung der Linie, der materiellen Ausführung derselben, und des Betriebes des Schienenweges, spielt der erste Factor, „die Conception des neuen Verkehrsweges", die Hauptrolle. Mehr als gerechtfertiget wird bei vielen Eisenbahnen, welche nicht prosperiren, die unrichtige materielle Schaffung und Betreibung der Linie betont, während oft der ursprüngliche, geistige Gedanke die Krankheit des Seins schuf. Die Conception aber lässt sich niemals direct lehren, sie ist ein Kind höherer Sphäre, entrückt der Rohheit der Materie und lebensunfähig in dem Zwange menschlicher Leidenschaft, und die rohe Energie und das brüske Wollen genügt nicht, einer verfehlten Idee Leben einzuhauchen.

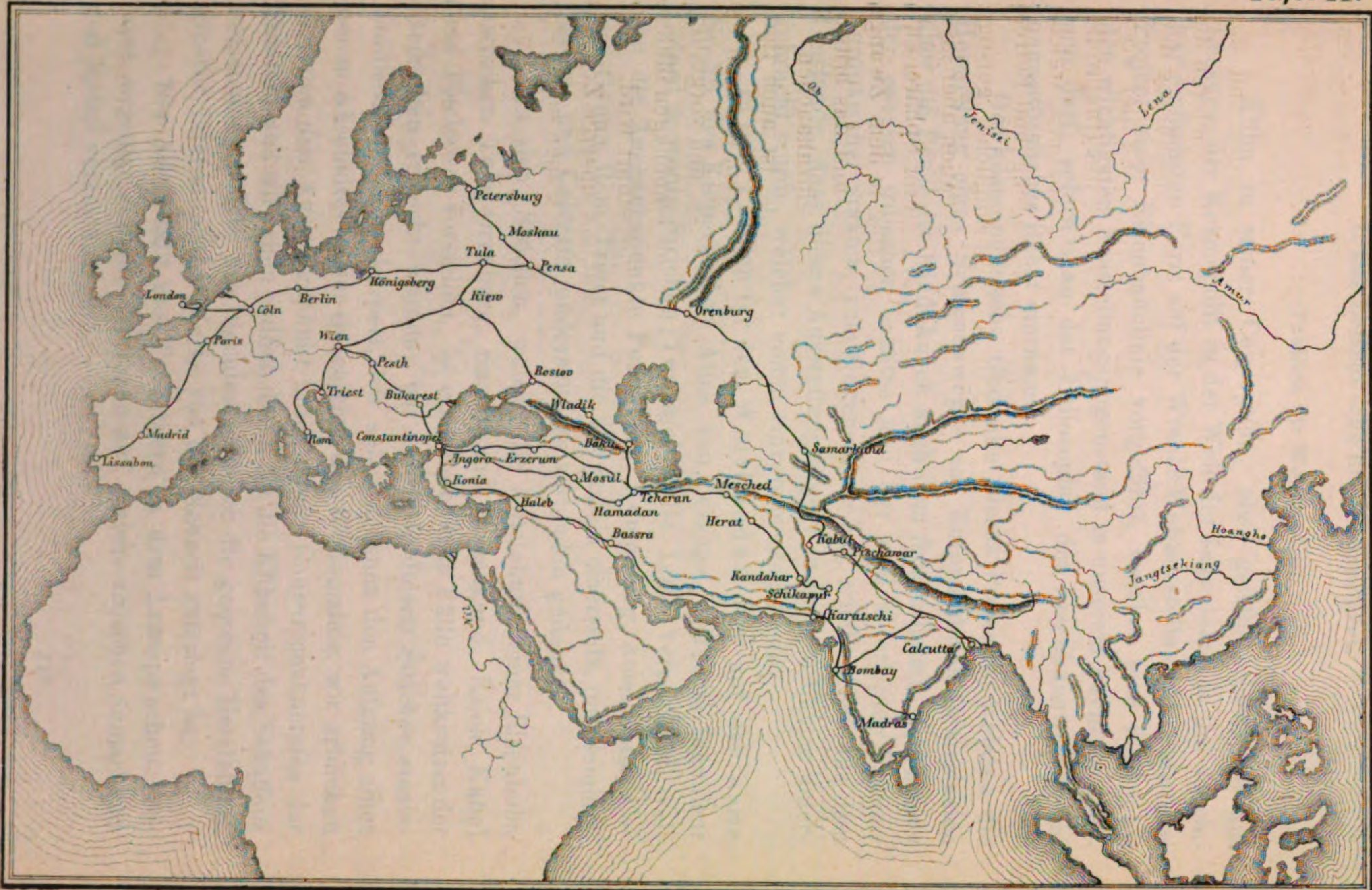
Die Lockspeise unserer Eisenbahnprogramme ist auch thatsächlich in unseren Tagen schon derartig versalzen, dass wir sie im Allgemeinen nur mit grosser Vorsicht berühren, den vorgeführten Ziffern im voraus abhold sind und schon ein Unbehagen fühlen, wenn uns das übliche Stichwort „Weltbahn" vorgeführt wird.

Indess darf diese wirthschaftliche Krankheit unserer Zeit uns nicht betäuben; denn Betrachtungen, wie wir sie früher schon vorgeführt haben, weisen mit Nachdruck darauf hin, dass das Verkehrsmittel der Eisenbahnen noch lange nicht erschöpft ist, dass grosse Aufgaben unser noch harren, und dass wir durch die Unbill der Zeit einfach nur genöthiget werden, unsere geistige Vorarbeit eines Schienenweges möglichst zu verfeinern.

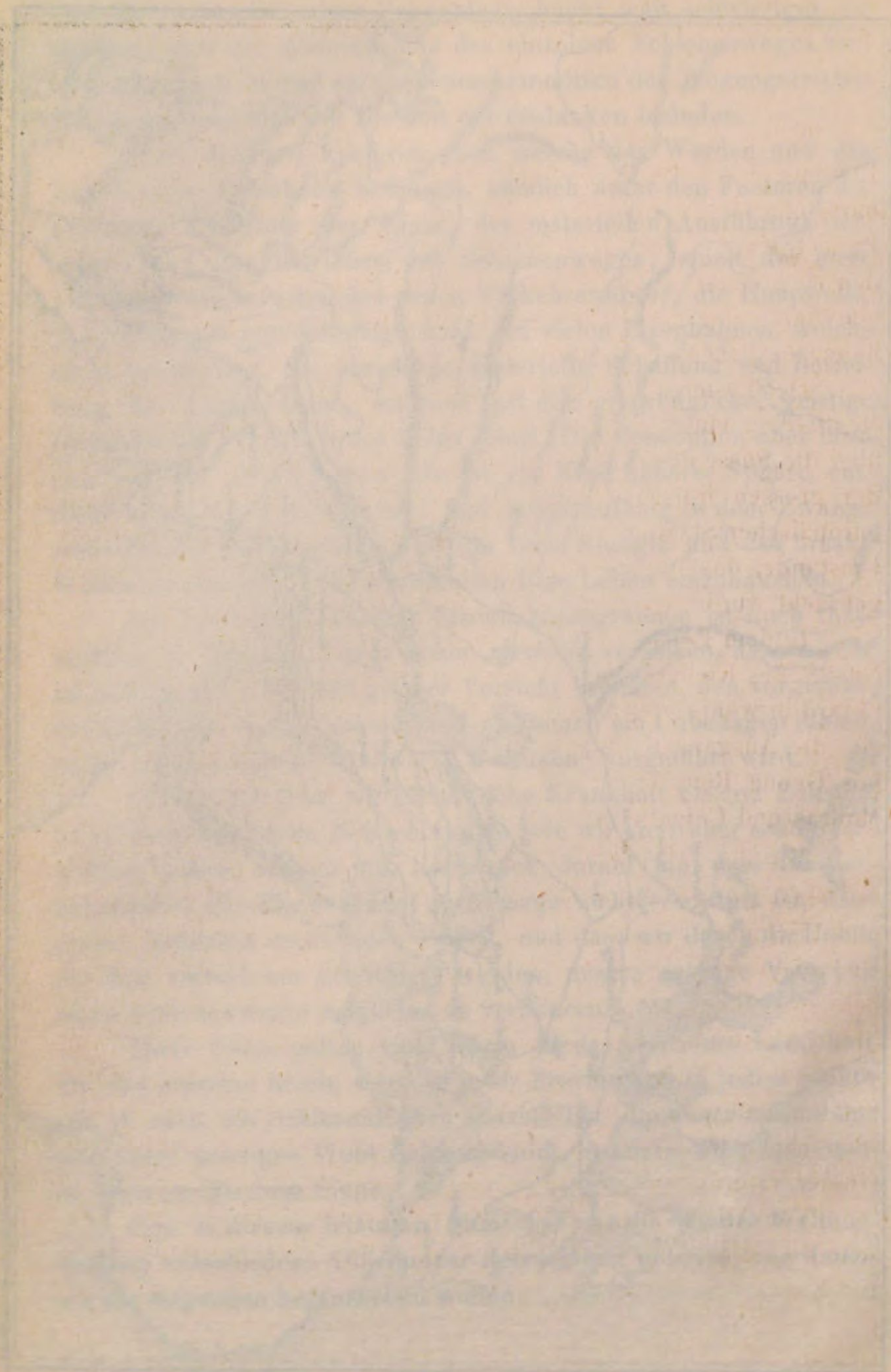
Diese Sätze gelten nicht allein für das einzelne Land und für das einzelne Reich, denn in jeder Provinz und in jedem Staate gilt es noch, die Schienenlücken auszufüllen, die unser materielles und unser geistiges Wohl tief empfindet, sondern sie gelten auch in kosmopolitischem Sinne.

Und in diesem letzteren Sinne hat uns die Wiener Weltausstellung verschiedene Objecte zur Betrachtung geboten, von denen wir die folgenden hervorheben wollen.

Tafel A.



K. K. Hof- u. Staatsdruckerei



1. Das Lesseps'sche Eisenbahnproject.

(Pavillon für Welthandel.)

Kühn in seiner Conception, aber geistig scharf, hat uns Lesseps, der Kosmopolit in der Welt der Ingenieure, in der scheinbar einfachsten Form auf der Wiener Weltausstellung ein concretes Project einer Eisenbahnlinie vorgeführt, welches man füglich als den wichtigsten Ausstellungsgegenstand in unserem Fache bezeichnen darf, sofern man der Philosophie des Eisenbahnwesens ihr unumstössliches Recht einräumt.

Der kosmopolitische Gedanke dieses Projectes, welches die Herstellung eines Schienenweges aus Europa durch Centralasien über die Pässe des Hindukusch nach dem fernen Indien, dem Lande der grossen irdischen Schätze und der real unterlegten Träume europäischer Staaten, zum Gegenstande hat, erhellt schon aus dem Umstande, dass dieses Ausstellungsobject in keinem Raume untergebracht wurde, welcher einem einzelnen Staate galt.

In dem Pavillon für den W e l t h a n d e l, war auf der Karte Nr. 28 des Kiepert'schen Atlas von Lesseps' getreuem Ingenieur Cotard in wenig Strichen (Texttafel *A*) die Linie verzeichnet, welche die Ausgangspunkte Petersburg, Königsberg, Amsterdam, Calais, Genua, Rom, Triest und die alte Sophia einerseits, mit Bombay, Madras und Calcutta anderseits zu verbinden gedenkt.

Mit den Strichen, welche die Entstehung einer Eisenbahn zwischen Tula, Orenburg, Samarkand, Taschkend, Balch, Kabul und Pischawer vorstellen, ist eine unendliche Fülle weitkreisender Gedanken erweckt worden; wir sehen in diesen Strichen staatspolitische Ideen verkörpert, wir sehen in ihnen den Aufgang eines neuen Abschnites in der Geschichte des Welthandels, wir erblicken in ihnen den Ausgangspunkt eines neuen Concurrenzkampfes der Staaten, und wir sehen endlich durch sie die Kühnheit des Schaffens verzeichnet, welche uns Ingenieuren durch die gebotene Herstellung grosser, internationaler Werke von der Neuzeit auferlegt ist.

Vor Allem fällt uns Technikern in dem Lesseps'schen Projecte diejenige Schleife der Trace auf, welche zwischen Samarkand und Kabul verzeichnet ist.

Diese Schleife entspricht nämlich demjenigen Wege, welcher in der Geschichte der Cultur der Menschheit, wie wir solches Eingangs zu schildern bemüht waren, die hervorragendste Rolle gespielt hat und noch zu spielen berufen ist.

Die orographischen Verhältnisse Asiens gipfeln nämlich darin, dass sich die gewaltigen und ausgebreiteten Erhebungen des Ostens und des Westens an der schmalen Stelle zwischen Samarkand und Pischawer berühren. Ein rationeller Schienenübergang aus dem Norden Asiens nach dem Süden ist also an diese Engstelle technisch gebunden, und thatsächlich hat die Religion, die Cultur, der Handel und der Krieg, wie wir im ersten Abschnitte sahen, immer diesen Weg betreten.

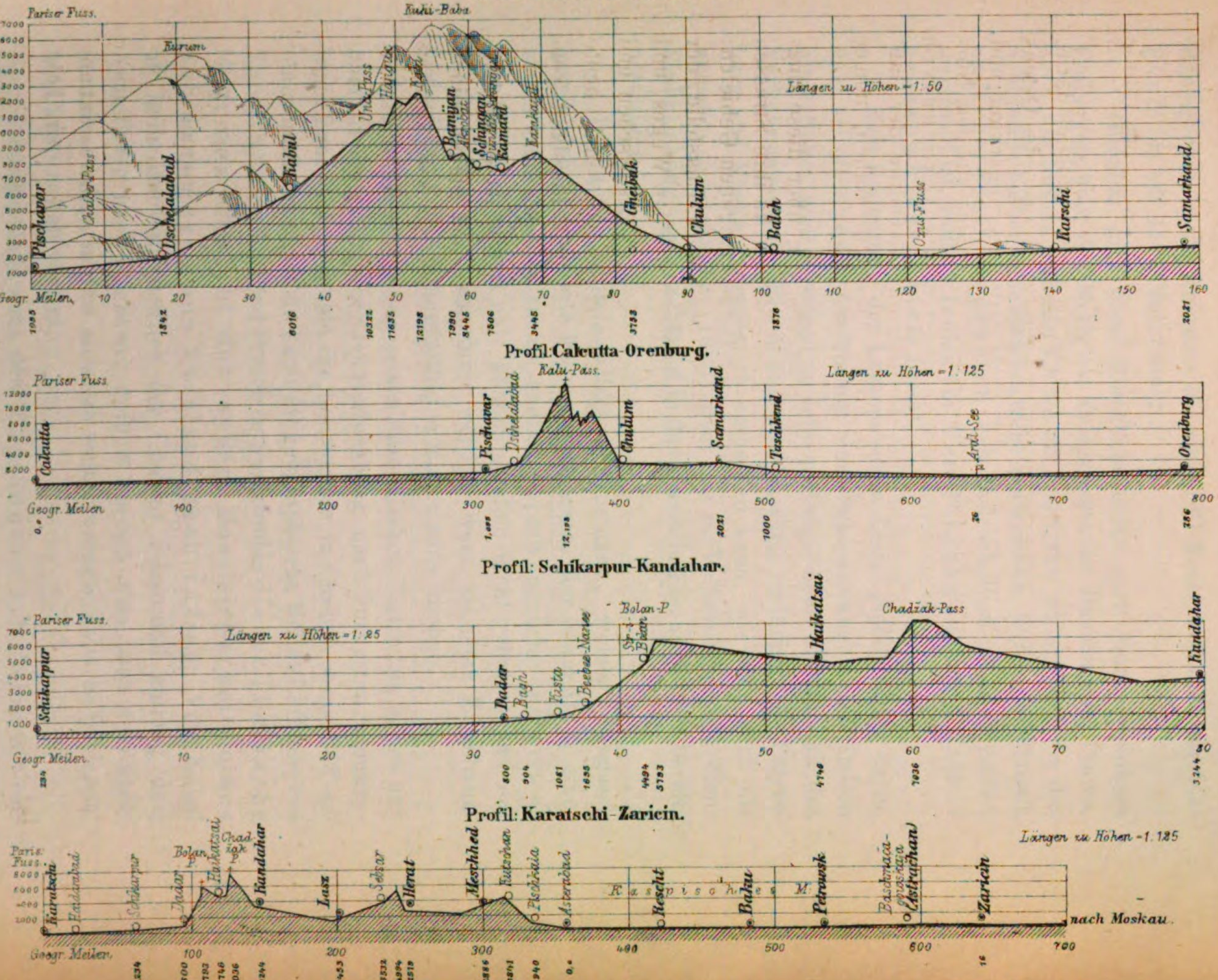
Zoroaster und seine Lehren bewegten sich über diese Engstelle des Hindukusch; die Perserkönige erbauten da ihre Strassen zwischen Baktrien und den südlich der Berge gelegenen Gebieten; der grosse Alexander führte seine Heere über diese Engstelle; der lahme Timur und Sultan Babur wanderten desselben Weges, und Genua und Venedig basirten ihren Handel aus dem Asowschen und über das Kaspische Meer auf diesen Bergpass, und heute betrachtet ihn gierig England vom Süden und Russland vom Norden.

Die Wasserscheide zwischen Oxus und Indus ist es einfach, welche Lesseps zum Uebergangspunkte ersah und gleich seinem Vorläufer, dem Grafen Baranowsky, auch ersehen musste: denn es gibt keinen anderen Weg zwischen Turkestan und dem Pendschab, welcher prakticabler für den Culturpflug unserer Zeit, die Locomotive, wäre, als den alten Perserweg entlang Bamiyan, der Troglodytenstadt, vorbei an der Zohakburg, an den Topes und Stupas und an den Idolen.

Wenn auch die Pässe auf dieser Höhe, die den Russen und den Engländern sehr wohl bekannt sind und die von Lieutenant Sturt schon probeweise mit Artillerie befahren wurden, nach den Veröffentlichungen von Burns in hohe Regionen (Kalupass 12.198 Pariser Fuss) führen — denn zwischen Kabul und Balch gibt es entlang dem Karavanenwege sechsmal zu steigen und zu fallen (cfr. Textblatt *B*, Längenprofil zwischen Pischawer und Samarkand) — so sind diese Regionen dennoch für die Locomotive passirbar, da die

Tafel B.

Profil: **Pischavar-Samarkand.**



Baumgrenze in Centralasien bis auf 4180 Meter und die Getreidegrenze bis auf 4103 Meter steigt.

Offenbar gibt diese Eisenbahnstudie auch einen wichtigen Fingerzeig über das Motiv des Kriegszuges der Russen nach Chiwa, denn die Russen nahmen Chiwa um des Oxus willen, also um des Schlüssels halber zum Handelswege nach Indien, welcher Schlüssel, an dieser Stelle angesetzt, gerade desshalb so ausserordentlich werthvoll ist, weil er Indien im Vereinigungspunkte seiner grossen Flussgebiete fasst.

Die Bedeutung der Lesseps'schen Linie gipfelt ferner darin, dass sie die eheste Ausführung eines Schienenweges nach Indien ermöglichet, weil Russland zu seinem Gange nach Afghanistan des Verkehrsmittels der Eisenbahnen, rückwärts verlängert bis Petersburg und Moskau, unmöglich entbehren kann, wie dies auch die neuesten Nachrichten (1876) über die in Vorbereitung begriffene Einbeziehung von Taschkend in das russische Eisenbahnnetz bereits bestätigen.

Die neuen mittelasiatischen Provinzen, welche Russland, getreu dem Testamente Peter des Grossen, der bekanntlich eines seiner Ziele in Indien suchte, endlich und mit ungeheueren Opfern an Gut und Blut erobert hat, können nämlich nicht gehalten und der Culturmission nicht zugeführt werden, wenn sie ohne Eisenbahnverbindung mit dem nunmehrigen Mutterlande bleiben.

Russland muss aus seinen europäischen Districten, sei es nun über Orenburg oder über Jekaterinenburg, nach Turkestan Schienenwege bauen; und sobald die Locomotive in Chulum ihren Pfiff ertönen lassen wird, ist sie kaum 50 geographische Meilen Luftlinie von Kabul im Süden des Hindukusch entfernt; und in dieser Thatsache liegt das Gewicht der nahen Realisirbarkeit eines Schienenweges aus Russland nach Indien. Von Kabul ab kann die Bahn seitlich der Chaiber Pässe und entlang dem Kabulflusse nach Pischawer geführt werden, also nach dem nördlichsten Punkte, in dem sich das weitverzweigte, indische Schienennetz heute schon vereint.

Lesseps sucht auch den Engländern sein Project als vortheilhaft hinzustellen, und er reducirt zu diesem Zwecke den

Schienenweg nach Calcutta auf Calais, wonach sich folgende Distanztabelle herausstellt:

		Kilometer
Calais-Eydkuhnen		1.950
Eydkuhnen-Orenburg		2.700
Orenburg-Samarkand		2.400
Samarkand-Pischawer		1.400
Pischawer-Calcutta		3.450
		11.900
Davon bereits ausgeführt:		
in Europa	4.650 Kilometer	
in Indien	3.450 „	8.100
also noch auszuführen		3.800

Nicht ohne Interesse ist es, das Project eines centralasiatischen Schienenweges nach Indien in aller Kürze mit denjenigen hauptsächlichsten Projecten zu vergleichen, welche die Verbindung Europas mit Indien auf einem anderen Wege verfolgen.

Es ist dies zuerst die Euphratlinie, welche über Bagdad und entlang der Küste von Belutschistan nach Karatschi führt und im wesentlichsten Interesse der Engländer liegen würde, weil ihnen ihre Herrschaft zur See die Dominirung der Küste gestattet.

Die zweite Linie, die sogenannte persische Linie, führt über Constantinopel durch Persien und von da durch den Bolanpass nach Schikarpur an die indischen Bahnen.

Beide Linien, die Euphrat- und die persische Linie, gravitiren, weil sie in Constantinopel culminiren, auf unser Vaterland Oesterreich, und hat jedes dieser Projecte für uns das allergrösste Interesse, namentlich desshalb, weil der gerade Weg von London nach Calcutta Oesterreich-Ungarn in seiner ganzen Breite durchschneidet.

Die dritte Linie ist die sogenannte kaukasische; sie führt durch Südrussland über Rostow, Vladikavkaz nach Baku an den Kaspisee, von da entlang demselben hinauf auf die Höhe von

Persien und zieht sich über Teheran, Meschhed und Herat ebenfalls durch den Bolanpass herab nach Schikarpur in Indien.

Diese vier hauptsächlichen Concurrenzprojecte ordnen sich übersichtlich und reducirt auf Calais, wie folgt:

Post-Nr.	Namen der Linie	Curs	Länge in deutschen Meilen
1.	Persische Linie	Calais-Constantinopel-Schikarpur	1.015
2.	Kaukasische Linie . . .	Calais-Vladikavkaz-Schikarpur	1.067
3.	Euphratlinie	Calais-Euphrat-Karatschi	1.078
4.	Centralasiatische Linie .	Calais-Orenburg-Pischawer	1.127

Nach dieser Tabelle erscheint allerdings die centralasiatische Linie bezüglich ihrer Länge im Nachtheile; allein es steht ihrem Werden eine grosse Staatsidee und der Umstand zur Seite, dass sie unter einem und demselben Scepter entstehen wird, und dass die Interessen Russlands, welche, wie schon bemerkt, den schleunigen Bahnbau bis nach Taschkend und Samarkand gebieten, Veranlassung sind, dass das centralasiatische Project die geringste Lückenlänge zwischen Europa und Indien auszufüllen hat.

Man kann nämlich ohne Bedenken annehmen, dass während der Zeit, als die europäischen Schienenwege einst bis nach Constantinopel geführt sein werden, Russland seine Schienenwege unbedingt bis an die persische Grenze und bezüglich des centralasiatischen Projectes bis Chulum oder w e n i g s t e n s bis nach Samarkand geführt haben wird, und d a n n stellen sich die Lückenlängen des Neubaues von Samarkand, Constantinopel und Vladikavkaz, wie folgt:

Post-Nr.	Namen der Linien	Bezeichnung der Lücke	Lücke des Neubaues in geograph. Meilen
1.	Centralasiatische Linie .	Samarkand-Pischaver	187
2.	Kaukasische Linie . . .	Vladikavkaz-Schikarpur	510
3.	Persische Linie	Constantinopel-Schikarpur	610
4.	Euphratlinie	Constantinopel-Schikarpur	673

Ein weiteres, der centralasiatischen Linie zu Gunsten sprechendes Moment ist, wie schon bemerkt, die Vermeidung von Persien, wiewohl man neuerer Zeit Projecte aufgestellt hat, welche in Vermeidung der Hauptstadt Teheran gipfeln und einen Weg von Moskau über Zaricin, Baku, Asterabad und von da, entlang dem A t r e k t h a l e h i n a u f n a c h M e s c h h e d, dann weiter nach Herat, Lasz, Kandahar über den Chadžakpass nach Haikatsai, endlich durch den Bolanpass herab nach Schikarpur verfolgen.

Diese Linie würde allerdings gewissen p o l i t i s c h e n Schwierigkeiten Erleichterung bieten und nicht in jene absoluten Höhen schreiten, wie sie technisch der Hindukusch verlangt; allein s c h o n die beiden Skizzen auf dem Textblatte *B* (Schikarpur-Kandahar und Karatschi-Zaricin) zeigen d r e i e r l e i technische Schwierigkeiten, nämlich *a*) die Vielheit der verlorenen Gefälle, *b*) die Ueberschreitung von vier Hauptwasserscheiden (Kutschanpass 3841 Pariser Fuss, Pass Szebsar-Herat 4994 Pariser Fuss, Chadžakpass 7036 Pariser Fuss und Bolanpass 5793 Pariser Fuss), endlich *c*) den Steilabstieg des Bolanpasses in die indische Ebene, wie er in dem Profile skizzirt ist, und zwischen Sir-i-Bolan (4494 Fuss) und Plateau (5793) sich im Generalgefälle 1 : 12 bewegt.

Man würde auf dieser Linie allerdings den Chadžakpass vermeiden können, indem man denselben entlang dem Loraflusse mit der Gewinnung des Hilmendgebietes umgehen könnte, allein der Umweg würde, wenn man Kandahar berühren will, 56 geographische Meilen betragen; eine Umgehung von Kandahar würde allerdings auch den Chadžakpass sparen und sogar den Weg Baku-Schikarpur um 44 geographische Meilen kürzen, allein man kann die Umgehung dieses Ortes ernsthaft nicht projectiren.

Die auswärtig-politischen und die Verwaltungsverhältnisse im Oriente überhaupt und in Kleinasien und in Persien insbesondere führen also, wenn man auch ferner einen Weg von dem Kaspischen Meere nach dem Indus via Herat nur als eine Frage der Zeit bezeichnen muss, zu dem Schlusse, dass die durch die Kriegsoperationen in dem letzten Jahrzehnte reich illustrirte Loszielung auf den Bamiyanpass von uns Eisenbahningenieuren zunächst ins Auge gefasst werden muss.

Die betreffenden technischen Untersuchungen haben auch ergeben, dass die Bauschwierigkeiten auf der Linie Orenburg-Pischawer durchaus nicht so ausserordentlich ungünstig sind; denn die Strecke Orenburg-Taschkend, 2000 Kilometer lang, liegt durchwegs in ebenem Terrain, führt durch keine Wüste, sondern nur durch Steppenland, dafür aber durch Kohlenterrain bei Tschemkend; die Strecke Taschkend-Balch, 1000 Kilometer lang, ist Mittelterrain und weist die bevölkerten Orte Kartschi, Samarkand, Chodschend und Taschkend, wie auch das neue Zuführungsgebiet Ferghana auf; und die eigentliche Gebirgsstrecke Pischawer-Balch, 800 Kilometer lang, hat nur etwa zur Hälfte (400 Kilometer) Hochalpenterrain und in Süden allein in den drei Orten Dschelalabad, Kabul und Pischawer über 100.000 Einwohner.

Rechnet man nun dass die Strecken:

Scutari-Bassora-Karatschi	circa	5000	Kilometer.
Scutari-Teheran-Schikarpur	„	4600	„
Vladikavkaz-Teheran-Schikarpur	„	3850	„
Vladikavkaz-Meschhed-Schikarpur . . .	„	3750	„
Orenburg-Taschkend-Pischawer	„	3800	„

Länge messen und dass der letzteren Linie die 2000 Kilometer lange ungemein billige Strecke Orenburg-Taschkend zugute kommt, sowie dass die Längenprofile durch Kleinasien und Persien, wie es die beiden folgenden Tabellen kennzeichnen, ebenfalls sehr ungünstig sind; dass bei der centralasiatischen Linie die eigentliche Alpenstrecke im Hindukusch sich nur auf 400 Kilometer zwischen Gheibuk und Kabul erstreckt; endlich dass im Hindukusch die Schneegrenze 1000 Meter höher, als in den Alpen liegt und selbst der Kalupass (12.198 Pariser Fuss) nach Burns fast sechs Monate im Jahre schneefrei ist: so kann man, selbst wenn ein längerer Tunnel

angeordnet werden müsste, die centralasiatische Linie weder finanziell, noch technisch als fraglich hinstellen.

Scutari-Schikarpur via Erzerum	Meter Seehöhe	Scutari-Schikarpur via Mossul	Meter Seehöhe
Scutari	0.000	Scutari	0.000
Angora	1.080	Angora	1.080
Josgad	1.792	Josgad	1.792
Erzerum	1.862	Sziwa	1.250
Choi	1.981	Malat	850
Täbris	1.428	Diarbekir	601
Kazwin	—	Mossul	107
Teheran	1.182	Kirmansza	1.475
Schahrud	—	Hamadan	1.525
Meschhed	927	Teheran	1.182
Herat	818	Herat	818
Kandahar	1.064	Kandahar	1.064
Chadzak	2.286	Chadžak	2.286
Bolanpass	1.877	Bolanpass	1.877
Schikarpur	76	Schikarpur	76

Die Erfahrungen, welche uns von den europäischen Alpenlinien und von den Pacificlinien zugebote stehen und die sich auf Bauzeit, Geld und technische Leistung erstrecken, lassen daher im grossen Ganzen die centralasiatische Linie als völlig erwägbar und gewiss ebenso leicht durchführbar erscheinen, wie die Pacificlinie, deren Oede sich mit 249 Einwohnern pro Quadratmeile charakterisirt, welche auf fast der Hälfte ihrer Länge circa 2000 Meter hoch liegt und welche mehr als 100 Kilometer Schneegalerien besitzt.

Wenn man das strategische Interesse von Herat, Kandahar und dem Bolanpasse auch anerkennen und sich darüber klar sein muss, dass diese Strecke in kommenden Actionen bedeutungsvoll werden wird: so erscheint der dereinstige Streit um den Bamiyanpass uns Ingenieuren doch desshalb weit schärfer, und wol näher weil er, um es zu wiederholen, Indien direct fasst, sein Besitz eine wirthschaftliche, politische und strategische Strahlenwirkung gestattet und er technisch, finanziell und politisch am ehesten realisirbar ist.

2. Die nördliche Pacificeisenbahn.

In der nordamerikanischen Abtheilung der Wiener Weltausstellung war ein zweites grossartiges Werk aus dem Gebiete des Eisenbahnbaues, nämlich die nördliche Pacificeisenbahn durch eine 42 Fuss lange und 10 Fuss breite Karte (entworfen von M. Roberts) vertreten.

Die Hauptbahn zwischen dem Superiorsee und dem Pugetsund ist 425 deutsche Meilen und die Zweigbahn vom See Pond d'Oreille nach dem Stillen Ocean ist 106 deutsche Meilen lang, und waren zur Zeit der Ausstellung 110 deutsche Meilen vollendet.

Die Bahn läuft durch die Staaten Wisconsin und Minnesota und durch die Territorien von Dakota, Montana, Idaho und Washington, ferner durch den Staat Oregon.

Am westlichen Ende steht die Linie in Verbindung mit dem Eisenbahnsysteme am Stillen Ocean und am Ostende mit dem Eisenbahnsysteme der atlantischen Staaten und jenem von Canada.

Die Vortheile der nördlichen Pacificeisenbahn, welche mit der Union-Pacificeisenbahn (713 geographische Meilen lang und 7043 Fuss Culminationshöhe, vollendet 16. Mai 1869), mit der Texas-Pacificeisenbahn (Texas-S. Francisco), mit der canadischen Bahn (durch die britische Regierung namhaft garantirt) mit der mexicanischen Bahn (Veracruz- Stiller Ocean), endlich aber mit der Kansas-Pacificeisenbahn (kürzeste Verbindung zwischen Newyork und S. Francisco und 3·2 geographische Meilen Tunnellänge) einst zu concurriren haben wird, wurden auf der Ausstellung dadurch markirt, dass der Bahngesellschaft ein Territorium von 80.000 englischen Quadratmeilen gehört; dass auf die Eisen-, Kupfer-Silber-, Gold- und Kohlenbergwerke in Montana und Idaho und auf die grossen Wald- und Prairieländereien von Minnesota, Dacota und Washington hingewiesen wird; dass die durch die Bahn eröffneten Flusssysteme des Lorenzostromes und des Mississippi (Missouri) den Verkehr gewaltig zu heben geeignet erscheinen; dass der Breitengrad der Linie (südlicher als Paris, Wien und London) günstige Temperaturverhältnisse einräumt; dass sie vorwiegend eine Thalbahn sei und günstig zwischen den Concurrenzlinien liege; dass sie 200 englische Meilen kürzer sei, als die hochliegende

Unionlinie; und endlich dass die Gewinnung des Pugetsundes den Anschlussverkehr zur See ganz wesentlich fördert.

3. Splügenbahn.

(Abtheilung Schweiz.)

Die Firma Wurster, Randegger & Comp. in Winterthur brachte aus ihrer typographischen Anstalt Pläne des generellen Projectes der Splügenbahn zwischen Lecco und Chur zur Ausstellung, welche Pläne uns Gelegenheit geben, einen flüchtigen Blick auf die Schweizer Alpenbahnen überhaupt zu werfen, also einen Gegenstand zu berühren, welcher bei der Betrachtung der Fortschritte unseres Faches füglich nicht übergangen werden kann.

Bekanntlich hat die Errichtung der Mont-Cenisbahn im Westen und jene der Brennerbahn im Osten der Schweiz die Bewohner dieses Landes, dann die interessirten Staaten Deutschland und Italien genöthiget sich mit der Errichtung einer Alpenbahn nach Italien ernsthaft zu beschäftigen, und es wurden zu diesem Zwecke vornehmlich die sechs Schweizer Pässe:

Lukmanier	mit . .	5901	Par. Fuss Passhöhe
Simplon	„ . .	6218	„ „ „
Bernhardin	„ . .	6351	„ „ „
St. Gotthard	„ . .	6508	„ „ „
Splügen	„ . .	6517	„ „ „
Septimer	„ . .	7140	„ „ „

näher untersucht.

Diese generellen Studien und die Erwägungen der geographischen Lage ergaben, dass nur drei Pässe, nämlich der Splügen, St. Gotthard und Lukmanier, ernstlich in Betracht gezogen werden konnten, und gestaltete sich für diese drei Alpen-Uebergänge zu jener Zeit folgende Zahlengruppirung:

Strecke	Länge in Kilometern	Gesammtkosten in Francs	Grosser Tunnel		
			Länge in Metern	Kosten in Francs	Culminationshöhe in Metern
Splügen . . (Colico-Chur)	107.8	174,000.000	16.290	74,000.000	1.250
St. Gotthard (Bellinzona-Fluelen)	110.3	184,000.000	14.900	68,000.000	1.137
Lukmanier . (Bellinzona-Chur)	128.7	163,000.000	17.400	76,000.000	1.119

Wenn nun auch das St. Gotthardproject (welches als solches leider auf der Ausstellung nicht vertreten war) aus dem Kampfe siegreich hervorgegangen ist, so wurde doch immer und wird in neuester Zeit besonders das Splügenproject wieder stark ventilirt, weil es Italien direct mit dem Bodensee verbindet und weil es durch die immer grösser werdende Wahrscheinlichkeit einer Concurrenz durch die Arlbergbahn einen Lebensnerv des Cantons Graubündten berührt.

Man hat desshalb sich eifrig bemüht, für die Splügenbahn eine neue, möglichst günstige Trace ausfindig zu machen, und dass dies schon in hohem Grade gelungen ist, davon geben die ausgestellten Pläne ein Zeugniss.

Vor Allem weisen die Pläne Schichtencurven von 20 zu 20 Metern auf, und ist die Situation und Längenprofil in 1: 10.000, die Höhen des Letzteren in 1: 1000 dargestellt.

Die Strecke ist in sechs Sectionen getheilt, und beträgt die Maximalsteigung in der ersten Section 17 $^0/_{00}$, in der zweiten, dritten und vierten Section 35 $^0/_{00}$, in der fünften 20 $^0/_{00}$ und in der sechsten 12$^0/_{00}$; der Minimalradius ist mit 250 Metern bemessen. Die Côte von Chur ist mit 591.$_{72}$, jene von Riva am Comosee mit 198.$_6$ Meter, die Culmination im Scheiteltunnel mit 1652.$_5$ Meter bestimmt.

Diese Culminationshöhe vergleicht sich mit anderen Alpenlinien folgend:

Benennung der Alpenbahnen	Benennung der einzelnen Punkte der Alpenbahnen	Seehöhe in Metern	Scheitelhöhe in Metern	Passhöhe in Metern
Semmeringbahn	Gloggnitz Mürzzuschlag	438.9 681.6	895.3	1003.1
Brennerbahn	Innsbruck Bozen	578.9 262.2	1367.1	1382.9
Mont-Cenistunnel	Bardonèche (Nord) Modane (Süden)	1202.82 1335.00	1338.43	2064.0
St. Gotthard-tunnel	Airolo Göschenen	1145.0 1109.0	1152.4	2113.0
Arlbergbahn (Project)	Bludenz Westseite (Mundloch) Ostseite „ Landeck	559.1 1210.0 1260.0 788.0	1267.0	1787.0
Neues Splügen-project	Chur Riva	591.72 198.6	1652.5	2118.0

Aus dieser Tabelle ist zu ersehen, dass der Splügentunnel, welcher nur 9700 Meter lang und in seiner Mitte durch einen 247 Meter tiefen Schacht erschlossen werden kann und demnach technisch gegen den 14.900 Meter langen St. Gotthardtunnel im Vortheile steht, doch um 500 Meter höher culminirt.

Diese Höhenlage beeinflusst aber das Betriebscapital ganz bedeutend, weil die dadurch hervorgerufenen grösseren Hebungskosten und die Ueberwindung der Witterungsverhältnisse alljährlich grosse Summen beanspruchen.

Es betrugen nämlich im Durchschnitte der fünf Jahre 1868 bis 1872 die Hebungskosten pro 1 Million Metercentner (1 Million Centner auf 1 Meter hoch gehoben) am Semmering, der eine mittlere Hebungshöhe von 335.05 Meter besitzt, 26 fl. 51 kr.; und

am Brenner, welcher eine mittlere Hebungshöhe von 946.5 Meter besitzt, 33 fl. 87 kr.

Nimmt man nun nur 30 fl. Hebungskosten pro 1 Million Metercentner an, und taxirt man den Verkehr auf 10 Millionen Centner (Personen und Güter), so würden die Hebungskosten allein eine jährliche Mehrauslage von 150.000 fl. gegenüber den Hebungskosten der Gotthardbahn, also ein Mehranlagecapital von 3,000.000 fl. beanspruchen, wobei die schwierigeren Witterungsverhältnisse der höheren Region noch gar nicht in Betracht gezogen sind.

Aus diesem durch die Ausstellung gebotenen Beispiele erhellt zugleich die ausserordentliche Wichtigkeit der Tiefenlage eines Alpentunnels, also die Wichtigkeit eines Dispositionsmomentes der Neuzeit; — eine Wichtigkeit, welche im St. Gotthardprojecte voll aufgefasst wurde und deren Erkenntniss auch diesem Projecte zum Siege über das neuere Lukmanierproject, welches bei nur 1700 Meter Tunnellänge, aber in 1865 Meter Höhe culminirte, mitverholfen hat.

Bezüglich der Kosten des ausgestellt gewesenen Splügenprojectes, welches für uns Oesterreicher wegen der entstehenden Arlbergbahn ausserordentlich beachtenswerth ist, konnte Nichts aufgefunden werden; man kann jedoch einen Schluss auf die Kosten ziehen, wenn erwähnt wird, dass die 265.2 Kilometer lange Gotthardbahn (Haupt- und Zweigbahnen) neuerlich mit 289,400.000 Francs veranschlagt ist, und dass auf dieser Bahn eine Tunnellänge von circa 46.000 Meter, (also circa ein Sechstel der Bahnlänge unterirdisch) projectirt ist, während das vorliegende Splügenproject bei 111 Kilometer Bahnlänge 45 Tunnels mit 33.330 Meter Gesammtlänge aufweist.

Allerdings darf niemals übersehen werden, dass das neue Splügenproject des Ballastes der Thalbahnen entledigt ist und weniger Intercalarzinsen benöthiget; dass jedoch selbst bei dem dadurch entstehenden, weit günstigeren Kostenvergleiche die Splügenlinie nicht rentabel sein würde, wenn sich zu ihrer Concurrenz der Gotthardlinie noch jene des Arlberges gesellt.

4. Arlbergbahn.

(Pavillon des Welthandels.)

Die ehemalige Bauabtheilung der k. k. Generalinspection der österreichischen Eisenbahnen hat das für uns Oesterreicher so ausserordentlich wichtige Arlbergproject zur Ausstellung gebracht. Dieses Project, welches eine eminente Bedeutung für Oesterreich desshalb hat, weil es den Anschluss der Provinz Vorarlberg an das Reich bezweckt, weil es hervorragenden strategischen und staatspolitischen Interessen zu dienen bestimmt ist, und weil es endlich in der Geschichte der Wege des Welthandels für Oesterreich eine neue Epoche zu inauguriren berufen ist, erheischt hierhergehörig bezüglich seiner Disposition eine kurze Betrachtung.

Die Auffassung, dass in unserer Zeit der Kitt der materiellen Interessen geradezu unentbehrlich ist, um einen Staatenbund zu erhalten, führt zu dem Schlusse: dass ein Culturstaat heutzutage ohne ein geeignetes Eisenbahnnetz überhaupt nicht mehr bestehen kann.

Die Richtigkeit des Eisenbahnnetzes gestaltet sich also zu einer Lebensfrage für die Gesammtheit des Staates.

Wir halten nun die Arlberglinie in der österreichischen Monarchie für eine in diesem Sinne absolut gebotene Linie, und zwar desshalb, weil durch diese Linie Oesterreich zum Durchgangslande für einen erheblichen Theil des Welthandels, zur Hebung und Kräftigung für den Handel mit der Schweiz und mit Frankreich gemacht werden, respective ohne diese Linie der südöstliche Theil der Monarchie im Welthandel aber gar nicht concurriren kann; und weil endlich vitale staatliche Interessen diese Linie dringend erheischen. Besonders ist die Arlberglinie geboten, seit Italien, die Schweiz und Deutschland die St. Gotthardbahn errichten.

Um den Beweis für diese Sätze führen zu können, ist es vor Allem nöthig, der internationalen Bedeutung der St. Gotthardbahn in Kürze zu gedenken.

Offenbar bezweckt man mit der St. Gotthardbahn:

a) die Hebung des internationalen Verkehres der Schweiz, Italiens und Deutschlands unter sich,

b) die maritime Hebung Italiens, und
c) die Näherbringung Deutschlands an die Südküste Europas.

Durch die St. Gotthardbahn wird also die Schweiz zum Durchzugslande des Welthandels, und dieser Schienenweg ist demnach bestimmt, jenen Seeverkehr heranzuziehen, der einst die Grösse der Republiken Genua und Venedig veranlasst hat.

Der Handel aus dem Oriente und aus Indien wird in kurzer Zeit, vervollkommnet durch die Schienenwege nach Indien, auf moderner Strasse und mit modernen Mitteln jene zwei Wege betreten, die geschichtlich weit zurück verfolgbar sind.

Der eine Weg ist der Seeweg; er führt aus China und Indien durch den Persischen Golf und durch den Suezcanal in das Mittelländische Meer und aus diesem, vereint mit dem Wege des levantinischen Handels, an die Südhafen Europas.

Der zweite Weg ist der Landweg; er wird führen durch Kleinasien und über Constantinopel nach Europa und entlang dem Kaspisee durch das asiatische Russland, ebenfalls nach Europa.

Die Entwickelung Amerikas, welche den orientalischen Handel einst brach gelegt hat, weil die Schifffahrt nach Amerika das leichtere Verkehrsmittel bot, diese Entdeckung, welche uns dem Oriente plötzlich ferne rückte und welche Venedig und Genua niederwarf, wird für die alte Welt und ihre gegenseitigen Bestrebungen wieder paralysirt werden von dem Tage an, wo das Dampfross, dieser Nivelleur unserer Culturinteressen, wieder nach jenen Richtungen hineilt, aus denen Zoroasters Lehren und die Culturanfänge der Menschheit stammen.

In diesem Culturgange, der sich in unserer raschlebigen Zeit sehr bald erfüllen wird, würde Oesterreich schwer geschädiget werden, wenn es von den Culturwegen nur tangirt würde.

Seine alte Aufgabe ist es vielmehr, mit den stetig erstehenden Culturmitteln, also auch mit dem Mittel der Dampfkraft, jenen Culturweg durch seine Marken zu lenken; — mit anderen Worten, wir müssen die westwärts und nordwestwärts von uns gelegenen Länder, also: die Schweiz, Mittel- und Süddeutschland, Frankreich und England, zum Theile auch Belgien, Holland, Norddeutschland und Spanien veranlassen, sich zum Durchzuge ihres orientalischen Landverkehres: Oesterreichs zu bedienen.

Zu diesem Zwecke ist es nöthig, dass aus der österreichischen Monarchie geeignete Schienenwege nach diesen Ländern hinführen.

Diese Ausgangs-Schienenwege müssen aber nun auch wiederum jenen zwei Welthandelsrichtungen, dem Land- und dem Seewege entsprechen, welche wir oben geschildert haben.

Für den Seeweg sind wir an den Ausgangspunkt Triest, für den orientalischen Landweg an die Ausgangspunkte Constantinopel und Odessa gewiesen; denn mag ein oder der andere oder mögen einst sogar mehrere Schienenwege nach Kleinasien und nach Indien gebaut werden, so sind immer die beiden genannten Anschlusspunkte für uns massgebend.

Werfen wir nun nach diesen Betrachtungen unsere Blicke wieder auf die St. Gotthardbahn, so erkennen wir, dass diese Bahn, bestimmt, den orientalischen Handel zur See aufzufangen, geradezu nach eben denjenigen Ländern wirkt, welche Oesterreich bestreichen soll.

Die St. Gotthardbahn ist demnach im orientalischen Handel zur See eine moderne, scharfe Waffe gegen die Interessen Oesterreichs, und wir sind, nachdem wir auf dem Felde der Concurrenz nicht schon früher zur Hand waren, nunmehr nahezu genöthiget, allen unseren Kräften die härteste Anspannung zur Herstellung des Gegengewichtes der St. Gotthardbahn aufzuerlegen; und diese Nothwendigkeit erscheint so gross, dass sie von dem Herzen des Patrioten dem Kopfe des Staatsmannes octroyirt wird.

Das betreffende Gegengewicht der St. Gotthardbahn culminirt aber einzig und allein in dem kürzesten Schienenwege zwischen Triest und dem Bodensee, Triest und Salzburg und Triest und Böhmen.

Oesterreich verträgt desshalb nicht mehr die heute in seinen Ländern bestehenden Umwege nach diesen Zielen, sondern es bedarf neuer Linien, welche vermöge der orographischen Verhältnisse rationell nicht anders geführt werden können, als mit der projectirten Predilbahn, der Tauernbahn und der Arlbergbahn.

Ist hiermit wohl für jeden Oesterreicher die Nothwendigkeit der Arlbergbahn schon allein erwiesen, so sind die Gründe für ihre Herstellung noch lange nicht erschöpft, denn ausser der Nothwendigkeit der Herstellung der Arlbergbahn für den inländischen Verkehr

aus Böhmen und allen anderen Provinzen nach der Schweiz, bieten, wie schon früher bemerkt, der Anschluss Vorarlbergs an das Reich, der Weiterbau der grossen österreichischen Staatsidee, also das staatspolitische Interesse und das strategische Interesse des ganzen Reiches schwerwiegende Momente.

Die letzten und wichtigsten Gründe aber für die Nothwendigkeit der Herstellung der Arlbergbahn bestehen in dem internen Zwange, den Küstenwerth Oesterreichs zu heben und Oesterreich zum Durchgangslande für den Landhandel nach dem Oriente zu machen.

Betrachten wir diese zwei Gründe noch in Kürze näher.

Kein grosser Staat kann heute ohne Küste bestehen; und es ist desshalb die Handelscultivirung der Küste eines der Machtgebote für die Lenker der Staaten, denn die Küste, dieses Lungenwerkzeug im Athmungsprocesse der Staaten, gestattet das Befahren des offenen Meeres, also die kürzeste Erreichung concurrirender Schienenwege.

Die Blüthe eines grossen Hafenplatzes ist desshalb identisch mit der Blüthe des betreffenden Staates, und ein Staat, welcher einen concurrenzfähigen Hafenplatz nicht mit aller Macht hochhält, sündiget gegen sich selbst.

Wenn die österreichische Regierung daher seit Jahr und Tag bemüht ist, ihre Eisenbahnprojecte im Isonzothale und durch den Arlberg wettzumachen, so thut sie dies auch im Hinblicke auf Triest.

Was Triest aber war und was es heute ist und was es wieder werden kann, sobald ihm nur der Schienenarm gereicht wird, an dem es sich wieder aufrichten und seinen Hafen mit Wimpeln fremdländischer Schiffe schmücken kann, das bedeutet uns seine geographische Lage gegenüber dem Suezcanale und seine am tiefsten nach Norden in das europäische Festland einschneidende Lage; das bedeutet uns das geschichtliche Handelsemporium Aquilea; das bedeutet uns ferner die Geschichte Venedigs, dessen ehemalige Handelsstellung einzunehmen Triest berufen ist; und das bedeutet uns insbesondere der Nachweis der heutigen Concurrenz Triests, der uns allein schon durch die folgenden drei Tabellen gegeben ist.

Einfuhr von Colonialwaaren und Südfrüchten nach Oesterreich.

Jahr	Werth der Einfuhr in Gesammtösterreich (Gulden)	Werth der Einfuhr über Triest (Gulden)	Werth der Einfuhr über Deutschland (Gulden)
1851	19,654.672	11,006.546	3,714.722
1852	21,360.870	11,158.288	4,941.410
1853	28,447.604	13,444.392	7,393.129
1854	17,587.222	6,440.259	4,810.266
1855	24,196.452	8.074.690	7,984.893
1856	23,851.745	7,549.868	8,937.544
1857	20,603.797	6,569.716	7,442.141
1858	21,868.731	6,927.948	8,334.188
1859	16,689.975	5,065.155	7,949.336
1860	15,740.554	4,623.638	8,430.064
1861	15,775.664	4,630.157	8,853.062
1862	20,726.000	5,438.711	12,641.101
1863	20,893.000	—	—
1864	19,584.000	4,344.867	13,071.863
1865	20,232.000	3,934.748	14,125.081
1866	18,668.000	4,694.804	13,419.031
1867	21,020.000	4,499.371	15,934.783
1868	22,977.000	4,675.198	17,505.829
1869	23,816.000	5,220.331	17,912.260
1870	25,181.000	6,025.569	18,491.560
1871	29,270.000	6,629.747	21,734.493
1872	30,969.000	6,953.413	23,142.703
1873	33,271.000	8,603.605	23,912.570

Einfuhr von Kaffee nach Oesterreich. (Geordnet nach den Eingangsgrenzen.)

Es wurde eingeführt (Werth in Gulden):

im Jahre	nach ganz Oesterreich	davon via Triest	davon via Süddeutschland	davon via Sachsen	davon via Preussen	im Jahre
1852	8,103.000	2,860.000	966.000	2,082.000	669.000	1852
1854	7,214.000	1,631.000	905.500	2,235.000	470.000	1854
1856	9,858.000	1,544.000	1,859.000	3,765.000	542.000	1856

Es wurde eingeführt (Werth in Gulden):						
im Jahre	nach ganz Oesterreich	davon via				im Jahre
		Triest	Süddeutschland	Sachsen	Preussen	
1857	10,256.000	2,135.000	1,687.000	3,708.000	563.000	1857
1858	11,140.000	2,049.000	1,491.000	4,641.000	800.000	1858
1859	10,160.000	1,939.000	1,417.000	4,622.000	776.000	1859
1860	10,407.000	2,149.000	1,242.000	4,934.000	807.000	1860
1861	15,390.000	3,441.000	2,166.000	5,976.000	2,034.000	1861
1862	14,325.000	2,287.000	2,638.000	5,264.000	2,649.000	1862
1863	15,497.000	1,907.000	4,115.000	5,242.000	2,759.000	1863
1864	15,445.000	2,330.000	4,557.000	5,487.000	1,565.000	1864
1865	16,150.000	1,943.000	4,832.000	5,709.000	1,062.000	1865
1866	14,681.000	2,537.000	5,428.000	4,863.000	1,493.000	1866
1867	16,468.000	2,225.000	5,646.000	6,202.000	2,032.000	1867
1868	17,707.000	2,007.000	5,693.000	6,705.000	2,902.000	1868
1869	17,869.000	2,336.000	5,052.000	7,541.000	2.533.000	1869
1870	19,575.000	2,898.000	5,952.000	7,556.000	2,810.000	1870
1871	22,590.000	3,292.000	6,067.000	8,570.000	4,300.000	1871
1872	23,468.000	2,795.000	6,339.000	8,919.000	4,962.000	1872
1873	24,889.000	3,850.000	6,537.000	9,911.000	4,161.000	1873

Dass Triest aber selbst die Concurrenz von Genua nicht zu scheuen hat, erhellt auch noch aus der Entfernung europäischer Häfen nach den indischen, z. B. Bombay, wie dies aus der nachfolgenden Tabelle zu ersehen ist.

Werth des Suezcanales für die österreichische Seeschifffahrt.

Entfernung von Bombay nach	über Suez in Seemeilen
Brindisi	3.703
Triest	4.100
Genua	4.208
Marseille	4.280
London	6.042
Hamburg	6.332

Ein weiterer Grund der heutigen Bedeutung von Triest liegt, wie schon erwähnt, in der Hebung der Schifffahrt via Suez; denn der dortige Gesammtverkehr hat betragen:

Jahr	Schiffe	Tonnen
1870	486	435.000
1871	765	761.000
1872	1.082	1,160.000
1873	1.173	1,380.000

Wenden wir uns nun noch demjenigen Grunde zu, welcher für die Nothwendigkeit der Arlbergbahn, beziehentlich des Welthandelsweges zu Lande nach dem Oriente spricht, so haben wir schon früher bei der Vorführung des Lesseps'schen Projectes die Schienenwege kennen gelernt, welche aus Europa nach Kleinasien und nach Indien geplant werden, und erkannt, dass Oesterreich, mag einer oder der andere jener Pläne, oder mögen seinerzeit mehrere von ihnen realisirt werden, immer in der glücklichen Lage ist, jenen Welthandel zum grössten Theile aufzunehmen, weil es für das übrige Europa quer vor Asien liegt.

Oesterreich bedarf nur Odessa und Constantinopel im Auge zu behalten und seine Schienenwege dorthin zu richten, um den kürzesten Landweg aus England, Frankreich, dem Elsass und Lothringen, der Rheinprovinz, Süddeutschland, Schweiz, der pyrenäischen Halbinsel und Italien durch seine Marken zu lenken.

Und was der Welthandel zu bedeuten hat, lehrt uns wieder einmal die folgende, neueste Tabelle von Professor Dr. Neumann:

Uebersicht der im Welthandel umgesetzten Werthe.

Land	Aus- und Einfuhr in Millionen Gulden öst. Währ.	Land	Aus- und Einfuhr in Millionen Gulden öst. Währ.
I. Europa.		Deutschland (1872)	2.981.5
England (1873) . .	6.321.1	Belgien (1871) . . .	1.798.9
Frankreich (1872) .	5.703.2	Russland (1872) .	1.165.1

Land	Aus- und Einfuhr in Millionen Gulden öst. Währ.
Oesterreich (1873) .	1.006.7
Italien (1873) . . .	968.0
Niederlande (1872) .	937.3
Spanien (1869) . . .	297.6
Schweden (1871) . .	187.7
Türkei (1866) . . .	181.9
Dänemark (1871) . .	136.7
Portugal (1871) . .	109.0
Rumänien (1872) . .	109.0
Norwegen (1871) . .	103.7
Griechenland (1871)	67.1
Serbien (1872) . . .	22.7
Schweiz (nicht veröffentlicht) . . .	—
Summe .	20.097.2
II. Amerika.	
Vereinigte Staaten (1873)	2.422.6
Canada (1872) . . .	394.0
Brasilien (1872) . .	376.0
Chile (1872) . . .	199.7
Peru (1870)	195.2
Argentinische Republik (1872) . .	176.7
Cuba (1866)	160.0
Mexico (1870) . . .	100.0
Britisch-Westindien (1869)	98.5
Uruguai (1872) . . .	71.1
Republik von Centralamerika (1872) .	52.9
Portorico (1871) . .	48.8
Französ. Colonien in Westindien (1870)	48.4

Land	Aus- und Einfuhr in Millionen Gulden öst. Währ.
Britisch - Guyana (1869)	37.3
Columbia (1872) . .	33.3
Venezuela (1870) . .	32.0
Haïti (1872)	28.9
Bolivia (—)	26.2
Neufundland und Labrador (1869) . .	24.8
Ecuador (1871) . .	18.2
Französisch-Guyana (1870)	3.2
S. Domingo (1867) .	2.4
Summe .	4.550.2
III. Asien.	
China (1872)	1.268.0
Brittisch - Indien (1872)	979.1
Java und Madura (1872)	198.5
Straits Settlements (1868)	147.9
Ceylon (1871) . .	85.1
Japan (1871)	76.3
Cochinchina (1869)	67.2
Persien (1872) . . .	40.5
Sumatra und andere holländisch-ostindische Besitzungen (1870)	39.6
Siam (1870)	19.7
Formosa (1872) . .	7.1
Summe .	2.929.0

Land	Aus- und Einfuhr in Millionen Gulden öst. Währ.	Land	Aus- und Einfuhr in Millionen Gulden öst. Währ.
IV. Australien.		V. Afrika.	
Victoria (1872) . . .	278.3	Aegypten (1872) . .	225.0
Neu-Südwales (1872)	198.4	Algier (1871) . . .	122.8
Neu-Seeland (1872) .	104.3	Capcolonie (1872) .	91.3
Süd-Australien (1872)	66.0	Mauritius (1870) . .	39.9
Queensland (1871) .	40.0	Réunion (1870) . . .	21.7
Tasmanien (1872) .	17.3	Tunis (1872)	20.4
Sandwich-Inseln (1870)	8.3	Französ. Colonien am Senegal (1870) . .	18.2
West-Australien (1872)	7.3	Marocco (1871) . . .	16.9
		Tripolis (1872) . .	16.4
		Natal (1872)	12.0
Summe .	719.9	Zanzibar (1872) . .	1.9
		Summe .	586.5

Summarische Uebersicht.

(Die angegebene Jahreszahl ist nur die annähernde für den Aussenhandel in Millionen Gulden ö. W.)

Post-Nr.	Welttheil	1867	1869	1872
I	Europa	15.315.1	15.964.7	20.097.2
II	Amerika	3.649.6	4.188.3	4.550.2
III	Asien	1.964.0	1.985.1	2.929.0
IV	Australien	638.6	595.4	719.9
V	Afrika	540.6	437.1	586.5
	Aussenhandel der ganzen Erde	22.107.9	23.170.6	28.882.8

Diese Zahlenwerthe des internationalen Handels, welche in erster Reihe basirt sind auf unsere modernen Verkehrsmittel der

Dampfschiffe und der Eisenbahnen, sprechen zu deutlich für den internationalen Werth der Küste und für den Werth internationaler Schienenwege, als dass sie bezüglich der Gefahren der Beeinträchtigung Oesterreichs im Welthandel, oder aber der Prosperität Oesterreichs bei geeigneten Dispositionen seiner Eisenbahnen noch eines näheren Commentars bedürften.

5. Oesterreichische Nordwestbahn.

Unter den grossen Bahnen Oesterreichs hat die österreichische Nordwestbahn durch ein Druckwerk die Motive auf der Ausstellung zur Kenntniss gebracht, welche für die Schaffung und Disposition dieser Linie massgebend waren, und war das Studium dieser Motive durch eine grosse Karte erleichtert.

Die Disposition der österreichischen Nordwestbahn gipfelt einerseits in dem Streben denjenigen Binnenverkehr zu beleben, welcher, zwischen Wien und den nördlichen Landesgrenzen liegend, von der Kaiser Franz Joseph-Bahn, der Staatseisenbahn und von der Kaiser Ferdinand-Nordbahn noch nicht aufgeschlossen ist, und anderseits in dem Bemühen, dem internationalen Handel zwischen Deutschland und Wien neue Wege zu bieten.

Zur Erreichung dieser beiden Zwecke ist die österreichische Nordwestbahn in Verein mit der Südnorddeutschen Verbindungsbahn getreten und wurde die Anlage der Bahn dahin disponirt, dass Wien zu dem Ausgangspunkte für den Verkehr nach Norden gewählt und diesem Verkehre erhöhtes Leben dadurch geboten wurde, dass, von der Station Deutsch-Brod angefangen, diverse, gabelförmig abzweigende Linien nach verschiedenen Punkten der nördlichen Reichsgrenze entsendet und diese Zweige wieder unter einander durch Querverbindungen und Ausästungen lebensfähig und aufsaugend durch jene Dispositionen gemacht wurden, mittelst derer man bemüht war, wichtige Gebiete der Landwirthschaft, des Bergbaues und anderer Industrien aufzuschliessen und vorhandene alte Eisenbahnen nach Thunlichkeit zu berühren. Die Strecke Wien-Deutsch-Brod ist auch als Stammlinie für die Aufsaugung des Verkehres und für die Bahnanschlüsse nach rechts und links in Betracht gezogen.

Die Tendenz, welche bei der Disposition der österreichischen Nordwestbahn verfolgt wurde und welche eine tiefe Kenntniss der Wirthschaftsverhältnisse Oesterreichs verräth, gipfelt also in dem, bei Schaffung von Schienenwegen bedeutsamen Grundsatze, ein verkehrsfähiges Ländergebiet (hier also einen Theil von Böhmen und Mähren) maschenförmig mit Schienengeleisen zu bedecken und dieses Netz mit dem Centrum des Reiches zu verbinden und (wie es scheint) dieses erschlossene Flächengebiet und diesen kräftig gewordenen Stammweg seinerzeit in Rapport gesetzt zu sehen mit den Ländern des Illyricum Constantin des Grossen.

Die österreichische Nordwestbahn hat also in ihrer heutigen Gestaltung, Grenzverbindungen in der Richtung auf Dresden, Görlitz und Breslau hergestellt; die grossen deutschen Handels plätze: Berlin, Hamburg, Bremen, Dresden und Stettin, in neuen Rapport mit Wien gebracht; ihren Binnenverkehr auf die Bergwerksgebiete Aussig-Komotau und Schwadowitz-Waldenburg, dann auf die Industriebezirke und den Stand der Landwirthschaft in dem Vierecke Deutsch-Brod, Aussig, Seidenberg und Mittelwalde gestellt; der Exportkraft Ungarns nach Deutschland Rechnung getragen und endlich in letzterer Reihe auch der Zukunft des orientalischen Landhandels gedacht.

Zur Zeit der Ausstellung verzeichnete die österreichische Nordwestbahn eine Linienlänge von $123._{352}$ österreichische Meilen; die Südnorddeutsche Verbindungsbahn eine solche von $37._{540}$ österreichischen Meilen; beide Linien arbeiteten also zu jener Zeit vereint mit einem Verkehrscapitale von $160._{892}$ österreichischen Meilen.

6. Venlo-Hamburger Eisenbahn.

Die Disposition der Venlo-Hamburger Bahn wurde Seitens des Geheimen Oberbaurathes Funck und im Auftrage der Köln-Mindener Eisenbahngesellschaft auf der Ausstellung ebenfalls durch ein Druckwerk erläutert.

Obzwar zur Zeit der Entstehung der Venlo-Hamburger Linie, deren Bau im Jahre 1868 begann, der Norden Deutschlands ein schon sehr ausgebildetes Eisenbahnnetz besass, so war doch noch immer eine Lücke offen, deren Schliessung wohl einzig nur durch

die ehemaligen Sonderinteressen deutscher Staaten abgehalten wurde.

Das langgeplante Project einer directen Verbindung zwischen Paris und Hamburg (Paris-Hamburger Bahn) nimmt seinen geraden Weg von dem Eisenbahnknotenpunkte Venlo an der holländisch-preussischen Grenze, über den wichtigen Punkt am Rheine: Wesel, dann über Münster, Osnabrück und Bremen nach Hamburg. Der gerade Weg von Paris nach Venlo führt über St. Quentin, Namur, Lüttich und Mastricht.

Die Linie Venlo-Hamburg gestaltet sich demnach zu einem ausserordentlich wichtigen, internationalen Wege, dessen Bedeutung nicht allein durch die Städte Paris und Hamburg an und für sich, sondern mehr noch durch den gerade gerichteten Landweg aus Spanien und Frankreich nach Dänemark und Schweden (letzteres dermalen erreichbar durch Trajecte und künftig wohl durch ununterbrochene Linien submariner Tunnels oder Brücken) vollkommen festgestellt ist; denn nicht nur, dass die Verbindung der Orte Hamburg, Harburg und Bremen unter sich, dann mit den Kohlenrevieren am Rheine und mit Belgien und Frankreich ein hohes wirthschaftliches Interesse haben, ist es vorzugsweise der Umstand, dass mit der Linie Venlo-Hamburg jene oben angedeutete letzte Lücke geschlossen wird, um die ganze atlantische Küste Europas, von Schweden angefangen bis hinab zur Meerenge von Gibraltar zu flankiren.

Für diese bedeutsame Transitbewegung wird demnach durch die Linie Venlo-Hamburg das letzte Glied jener grossen Eisenbahnlinie geschaffen, welche starken Hafenplätzen und damit einem erheblichen Seeverkehre dient, denn die Plätze Calais und Ostende gewinnen auf dem Landwege nach Bremen, Hamburg und Lübeck 17 Meilen, Amsterdam und Rotterdam dahin 4, respective $6\frac{1}{2}$ Meilen, Antwerpen aber dahin 20 bis 21 Meilen Kürzung der früheren Fahrtdistanz.

Ist auch der eigentliche Binnenverkehr innerhalb des Territoriums Venlo-Hamburg dermalen ein geringer, so wird er doch durch die Kraft des westphälischen Kohlenrevieres, durch den Reichthum der Osnabrücker Gegend an Stein und Kalk und durch die Industrie bei Osnabrück (z. B. Piesberg und Georg-Marienhütte)

wesentlich gekräftet werden und insonderheit auftreten zwischen den zwei Emporien Bremen und Hamburg und dem entstehenden grossen Handels- und Fabriksplatze Harburg.

Auch ist eines der wesentlichsten Belebungsmomente für die Venlo-Hamburger Linie in dem Umstande zu suchen, dass die festen Ueberbrückungen der Elbe und des Rheines bei Hamburg, Harburg und Wesel das hoch ausgebildete Bahnnetz am unteren rechten Elbeufer mit dem Bahnnetze am unteren Rheine, respective mit jenem in Belgien und Frankreich in Rapport bringen.

Diese geringe Charakteristik der uns Oesterreichern bezüglich der Lückenausfüllung Innsbruck-Bludenz so lehrreichen Disposition der Venlo-Hamburger Bahn, deren Verkehrswerth sich technisch dadurch kennzeichnen lässt, dass der höchste Punkt der Bahn (Bahnhof Vehrte) nur 341.33 Fuss über dem Amsterdamer Nullpunkte und der tiefste Punkt (Bahnhof Harburg) 16.15 Fuss über dem Amsterdamer Nullpunkte liegt, und dass die langgestreckte deutsche Niederung mit meilenlangen geraden und horizontalen Gradienten durchstrichen wird: dürfte vollkommen hinreichen, die grosse Bedeutung der Linie für den Binnen- und für den internationalen Verkehr zu kennzeichnen und den Eingangs dieses Paragraphen angedeuteten Satz: „dass der Dispositionswerth einer Bahnlinie ihr wichtigster Werth ist“, durch ein neues Beispiel belegt zu sehen.

II. Capitel.

Allgemeine Vorerhebungen.

Die allgemeinen Vorerhebungen, welche der Fixirung einer Bahntrace vorherzugehen haben, sind commerzieller und technischer Natur und bilden die Grundlagen für die commerzielle und für die technische Tracirung der Bahn. Im Allgemeinen unterscheidet man daher bekanntlich die wirthschaftlichen, die geometrischen, geologischen und die meteorologischen Vorerhebungen.

§. 1. Wirthschaftliche Vorerhebungen.

Dieselben bilden, wie bemerkt, die Grundlage der sogenannten commerziellen Tracirung der Linie und werden gegenwärtig, wo es sich

um das Concurrenzvermögen handelt, meist mit grosser Aufmerksamkeit durchgeführt. Das eingehende Studium der Gegend, die Klarstellung der Hebefähigkeit derselben, die Berichte der Industriellen, der Handelskammern und der Behörden, endlich die statistischen Materialien über die vorhandenen Verkehrsverhältnisse und jene der Concurrenzlinien, eventuell die nüchterne Würdigung der internationalen Verkehrsverhältnisse: dies sind die wesentlichsten Quellen dieser Studien, deren Gründlichkeit zu einer Forderung der Zeit geworden ist.

Wir fanden die Anerkennung dieses Grundsatzes auf der Ausstellung mehrfach vertreten, und zwar insbesondere Seitens der k. k. Generalinspection der österreichischen Eisenbahnen hinsichtlich der Ausstellungs des Projectes für die Arlbergbahn und Seitens Spaniens, hinsichtlich die Bearbeitung des Projectes der Bahnlinie Huelva a la Frontera de Portugal.

§. 2. Geometrische Vorerhebungen.

Diese Art der Vorerhebungen umfassen bekanntlich die Benutzung der vorhandenen Karten, Katasterpläne und generelle Schichtenpläne, und wenn solche nicht oder nur ungenügend vorhanden, die Vornahme barometrischer und trigonometrischer Aufnahme, begrenzt auf dem durch den Praktiker auserseheuen Streifen Landes.

Diese Themata waren auf der Ausstellung in folgender Weise vertreten:

1. Bauabtheilung der k. k. Generalinspection der österreichischen Eisenbahnen: Ausstellung der photographisch wiedergegebenen grossen Generalstabskarte.

2. Schichtenpläne und Terrainmodelle aus der Schweiz (Schweizer Pavillon), Deutschland, Oesterreich und anderen Ländern.

3. Generalkarte der Linie Huelva a la Frontera de Portugal. Trigonometrische Terrainaufnahme und erste Höhencotirung; die Karten zeichneten sich durch eine besonders übersichtliche Darstellung des sehr verwickelten Terrains aus.

§. 3. Geologische Vorerhebungen.

Das geologische Moment bei Herstellung eines Eisenbahnbaues ist von so hervorragender Bedeutung, dass seine Pflege immer sorgfältiger wird. Die Bedeutsamkeit des Gegenstandes erhellt schon daraus, dass auf unseren technischen Hochschulen angewandte Geologie gelehrt wird; und in der That ist auch keine Projectsverfassung denkbar, wenn der Boden, auf dem man sich zu bewegen hat, nicht mit aller thunlichen Schärfe geologisch untersucht wurde, weil die Kostenfrage der Bahnherstellung, die Zeitfrage und die Frage nach den technischen Schwierigkeiten ohne diese genauen Studien gar nicht gelöst werden können.

Das Bedürfniss diesbezüglicher Studien ist so durchdringend, dass in Ländern, wo geologische Karten fehlen, die geologischen Vorerhebungen besonders gepflogen werden (von Hochstetter für die türkischen Bahnen, Tietze für die persischen Linien); dass vorhandene geologische Karten sofort von dem tracirenden Ingenieur zur Hand genommen werden müssen; und dass die Eisenbahngesellschaften heutzutage fast durchgängig einen geologischen Specialbericht für die zu erbauende Linie aufstellen lassen.

Besonders sind es sieben Punkte, welche der Geologe bei einer zu errichtenden Eisenbahn beachten muss:

1. Festigkeit und Härtegrad der Erd- und Felsmassen (speciell Kostenfrage).
2. Standfestigkeit und Rutschbarkeit des Terrains.
3. Tragfähigkeit des Untergrundes für hohe Dämme.
4. Ermittelung der Fundamenttiefen und Beschaffenheit des bezüglichen örtlichen Untergrundes (Art der Fundirungen).
5. Studium der unterirdischen Wasserläufe.
6. Genaue Specialerhebungen für die zu errichtenden Tunnelbauten (geologische Situation, geologische Längenprofile, geologische Generalprofile und geologische Horizontalschnitte des Gebirges in der Tiefe des Tunnels).
7. Lösung der Frage der Baumaterialien (Wahl der Bausteine, Aufsuchung von Kalk, Cementstein, Sand, Wasser, Ziegelthon und Oberbauschotter).

Namentlich gebietet das Studium des Terrains hinsichtlich etwaiger Rutschbarkeit und die genaue Darstellung geologischer Tunnelprofile, für welche die Arbeiten über den Hauensteintunnel, den Mont-Cenistunnel, den Altenbeckener Tunnel und den St. Gotthardtunnel als Musterarbeiten gelten, eine aussergewöhnliche Sorgfalt, und ist es absolut nöthig, dass für die richtige Lösung dieser Fragen der betreffende Geolog bis zu einem gewissen Grade auch Ingenieur sein, oder mit einem Ingenieur vom Fach gemeinsam arbeiten muss, weil der klare, geistige Blick in das Innere der Erde vor ungeheuerem Schaden bewahren kann, wie Solches ausführlich schon F. v. Hochstetter in seiner Rectorsrede vom 10. October 1874 zu Wien auseinandergesetzt hat.

Was nun die Vertretung dieses hochwichtigen Themas der Eisenbahn-Vorarbeiten auf der Ausstellung betrifft, so ist Folgendes aufzuzählen:

1. Geologische Kartenwerke überhaupt, welche in allen Abtheilungen der Weltausstellung zahlreich vorhanden waren, und unter denen besonders die Aufnahmen Oesterreichs und der Schweiz brillirten.

2. Geologisches Profil des Sutrotunnels. (Abtheilung Amerika.) Dieser grossartige Bergwerkstunnel, auf den wir noch weiter unten zu sprechen kommen werden, durchfährt nach dem ausgestellten Profile Trachite, Grünsteine und Syenite und die betreffenden Erzlager.

3. Geologische Längen- und Querprofile des Arlbergtunnels und Steinproben aus den untersuchten Linien.

Diese letztere Arbeit, ausgestellt von der k. k. Generalinspection der österreichischen Eisenbahnen (Pavillon für Welthandel und Pavillon Mahler & Eschenbacher), ausgeführt von dem Reichsgeologen Wolf und begutachtet von dem Chef der geologischen Reichsanstalt Hofrath Ritter v. Hauer, ist desshalb hervorzuheben, weil sie sich über fünf Tunnelvarianten erstreckt und auf geologische Querprofile im Zusammenhange der Varianten und reducirt auf die Tunnelsohle ausdehnt, wodurch das bei dem Arlbergtunnel massgebende, geologische Moment der Scheidung zwischen Kalk und krystallinischem Gestein zur Erörterung zu bringen gesucht wird. Die ausgestellten Steinproben geben nicht allein Information über die Art der Gesteine, sondern auch über die Festigkeit derselben.

Der bekannte bergmännische Erfahrungssatz, dass man die Festigkeit des zu gewinnenden Gesteines nach der Zahl und Tiefe der Löcher, welche ein Häuer binnen einer Schicht abzubohren vermag, taxirt, wurde hier in der Weise variirt, dass Gesteinsproben auf einer Drehbank durchbohrt wurden, und die Schnelligkeit der Durchbohrung zur Härtescala gemacht wurde.

Die folgende nicht uninteressante Tabelle verzeichnet die gewonnenen Resultate und die darauf basirten Schlüsse der leichteren Auffahrung (Gewinnungsarbeit) im Kalke.

Geologische Untersuchung der Arlberggesteine.

Formation	Gesteinsart	Bohrlänge in Millim. pro Minute	Equivalent für 1 Meter Quarz	Equivalent für 1 Meter Kalk
Trias	Partnachmergel	2.733	9.11	1.690
	Arlbergkalk	1.616	5.42	1.000
	Dolomit	1.923	6.41	1.190
Verucano	Verucanoschiefer	1.722	5.74	1.070
	Verucanosandstein	0.586	1·95	0.336
	Verucanoquarzit	0.330	1.10	0.204
Krystallinische Formation	weisser Glimmerschiefer	0.537	2.16	0.401
	dunkler Glimmerschiefer	0.489	1.63	0.303
	Quarzitbänke	0.298	1.00	0.184

So interessant und mühsam diese Arbeit indess auch ist, so muss vom Standpunkte der Tunnelbaukunst doch darauf hingewiesen werden, dass die Wahl der Trace von der leichtesten Gewinnungsarbeit nicht abhängt, weil dieselbe nur ein Factor aus jenen zahlreichen ist, welche zusammengesetzt die Kosten und den Zeitaufwand eines Tunnelbaues ergeben.

4. Geologischer Schnitt des Tunnels unter dem Canal la Manche- (Maschinenhalle.)

Bereits bekannt durch das Werk von Gammond und durch Tagesartikel.

5. Oesterreichische Nordwestbahn. Geologisches Profil vom Materialplatze in Heiligenstadt bei Wien; Maassstab 1 : 400.

Die Sondirung geht um mehr als das Doppelte tiefer, als die Einschnittstiefe selbst, und umfasst 19 geologische Materialschichtungen, den Wasserstand und die Veranschaulichung der Quantität des vorfindlichen Ziegellehmes. Die Nivelette der Bahn liegt in einer mächtigen Schicht gelben Sandes.

6. Diverse geologische Vorerhebungen für Brückenbauten, unter denen besonders hervorzuheben sind die Fundamentuntersuchungen für:

a) Die Donaubrücke der österreichischen Nordwestbahn bei Wien (Pavillon der österreichischen Nordwestbahn);

b) die Elbebrücke bei Hämmerten (Berlin-Lerthe-Eisenbahn, deutscher Pavillon);

c) die Kornhausbrücke in Hamburg (Maschinenhalle, Abtheilung Hamburg), und

d) mehrere Brücken Spaniens.

§. 4. Meteorologische und hydrographische Vorerhebungen.

Die meteorologischen und hydrographischen Vorerhebungen zu Zwecken eines Eisenbahnbaues concentriren sich bekanntlich auf drei Punkte, nämlich auf die Ermittelung der Hochwasserstände, auf die Bestimmung der Durchflussweiten und auf die Beachtung der Schneefälle und der Temperatur im Hochgebirge, Letzteres vorzugsweise zur Lösung der Frage des offenen Höhenüberganges einer Alpen-Bahn.

Dieses sehr wichtige Gebiet des Eisenbahnbaues war durch die Ausstellung des Projectes der Arlbergbahn Seitens der k. k. Generalinspection der österreichischen Eisenbahnen vertreten, und zwar:

1. durch die Darstellung der Schneemengen, aus welcher Darstellung wir Folgendes entnehmen:

Schneefall auf der Arlbergstrasse. (Passhöhe 1787 Meter.)

Jahr	Schneefall in Metern-Höhe in den Stationen								Dauer des Schneefalles in Monaten in den Stationen							
	Bludenz (559^{m})	Dalaas (943^{m})	Klösterle (1270^{m})	Stuben (1410^{m})	Arlberg (1787^{m})	St. Anton (1368^{m})	Flinsch (1125^{m})	Laudeck (788^{m})	Bludenz (559^{m})	Dalaas (943^{m})	Klösterle (1270^{m})	Stuben (1410^{m})	Arlberg (1787^{m})	St. Anton (1368^{m})	Flirsch (1125^{m})	Landeck (788^{m})
1817	1.8	3.0	4.0	4.4	8.0	3.5	2.0	1.0	5.5	6.5	7.0	7.0	8.0	7.0	6.0	5.0
1827	1.0	1.6	2.6	3.5	4.5	2.5	1.6	0.8	5.0	6.5	7.0	7.0	7.5	6.5	6.5	5.0
1844	0.9	1.3	2.0	3.0	4.0	2.5	1.4	0.8	5.5	5.0	6.0	6.5	7.0	6.0	5.5	5.5
1853	0.8	1.5	2.0	2.2	3.0	1.6	1.0	0.8	5.0	5.0	5.5	5.5	6.0	5.0	4.5	4.5
1855	0.8	1.6	2.4	3.0	3.6	1.8	1.0	0.6	5.0	5.5	6.0	6.5	6.0	5.5	4.5	4.5
1867	0.8	1.6	2.4	3.2	4.0	2.6	1.4	0.6	5.0	5.0	5.5	6.0	6.0	5.5	5.0	4.5
1868	1.0	2.0	2.8	3.2	5.0	2.6	1.8	0.8	6.0	6.0	6.0	6.5	7.0	6.0	6.0	5.5
1869	0.4	0.6	1.6	2.0	3.0	1.8	0.8	0.3	4.5	5.0	5.5	6.0	6.0	5.5	5.0	4.0
1870	0.4	1.2	2.4	3.0	3.8	2.0	1.2	0.4	5.0	5.0	5.5	6.0	6.5	5.5	5.0	5.0
1871	0.2	0.4	1.0	1.8	2.8	1.6	0.6	0.2	5.0	5.0	5.5	5.5	6.0	5.5	5.0	4.0

2. durch eine graphische Uebersicht der täglich notirten meteorologischen Beobachtungen in den Jahren 1872 und 1873, und zwar speciell gehalten: Gang der Temperatur, Gang des Luftdruckes und Darstellung der Niederschlagshöhen, graphische allgemeine Uebersicht der meteorologischen Verhältnisse, und zwar der Niederschläge, der Thermometer- und der Barometerstände;

3. durch eine hydrographische Karte des Gebietes der Arlbergbahn, vorzugsweise des Aflenz- und des Rosanabaches zu Zwecken der Kraftbestimmung für den Betrieb der Bohrmaschinen. —

Es dürfte nicht ohne Interesse sein, hier einige empirische Daten einzuflechten, welche neuestens bei der Bestimmung der Durchflussweiten auf die österreichischen Eisenbahnen angewendet werden.

1. Man nimmt die Niederschlagshöhen bei Wolkenbrüchen mit 0.01 bis 0.016 Mm. pro Secunde an.

2. Die zum Abflusse gelangende Wassermenge wird bei erdigem und durchlässigem Boden mit 0.4 bis 0.5, bei Felsboden mit 0.8 bis 0.9 der ganzen Niederschlagshöhe geschätzt.

3. Die Geschwindigkeiten der Fortbewegung des Wassers in den Thälern werden bei grösserem Gefälle der Thalrinne als 10 °/₀₀ = 3.5 Meter; für 10 °/₀₀ bis 5 °/₀₀ = 3.0 Meter; für weniger als 5 °/₀₀ = 2.12 Meter empirisch angenommen.

4. Wegen der Abnahme der pro Secunde berechneten Niederschlagshöhe während der Dauer des Wolkenbruches und wegen der Erfahrung, dass die Wolkenbrüche nur strichweise auftreten, also die Niederschlagsgebiete nur partiell berühren, wird nur eine reduzirte Niederschlagshöhe berechnet und dieselbe, je nach der Länge der Thäler angewendet, und zwar:

bei Thälern bis 3 Kilom. Länge	0.0080	Mm. pro Secde.
" " von 3 bis 8 Kilom. Länge	0.0065	" "
" " " 8 " 12 " "	0.0050	" "
" " " 12 " 15 " "	0.0035	" "
" " " 15 " 18 " "	0.0035	" "

Diese (ad 4 gegebenen) Daten werden nur für Gebirgsthäler angewendet; für Gegenden flachen, orographischen Baues wird nur die Hälfte dieser Angaben in Rechnung gezogen.

Nach neueren Erhebungen bei den Wolkenbrüchen der letzten Jahre sollen sich die hier für die österreichischen meteorologischen und Gebirgsverhältnisse behördlich ermittelten Daten als recht brauchbar erwiesen haben; sie können jedoch auf allgemeine Geltung keinen Anspruch machen, weil die meteorologischen Verhältnisse in den verschiedenen Ländern zu wechselvoll sind; immerhin bieten sie aber dem Ingenieur ein sehr grosses, allgemeines Interesse und einen guten Anhaltspunkt zu weiteren, praktischen Erprobungen.

III. Capitel.

Ausarbeitung der Projecte.

Man kann die Ausarbeitung der technischen Projecte in vier Arbeitsgruppen trennen, und zwar *a)* in die allgemeine Anordnung der Ausarbeitung, *b)* in die Vornahme der commerziellen, und

c) in jene der technischen Tracirung, und endlich *d)* in die Anordnung der Detailconstructionen (Normalien).

§. 1. Allgemeine Anordnung des Projectes.

Die allgemeine Anordnung eines Projectes hatte auf der Wiener Weltaustellung folgende Vertretung:

1. Die Verfassung eines Generalprojectes nach den Vorschriften der k. k. Generalinspection der österreichischen Eisenbahnen (Pavillon für Welthandel), welche letztere durch die folgenden Vorlagen ersichtlich waren:

a) Generalkarte (Maassstab 1:144.000);
b) Detailkarte (1:28.800);
c) Situationsplan (1:2880);
d) Generallängenprofile;
e) Speciallängenprofil;
f) Querprofil;
g) Kostenanschlag;
h) technischer Bericht, welcher zerfällt in: Einleitung, Beschreibung der Trace, Begründung der gewählten Uebergangspunkte, geologische Beschaffenheit des Bahnterrains, Anschlüsse an die bestehenden Bahnen, Niveau- und Richtungsverhältnisse, Normalien, Kunstbauten, Anzahl, Lage und Entfernung der Stationen.

Der Kostenanschlag enthält die Titel: Vorarbeiten, Bauaufsicht, Grundeinlösung, Erdarbeiten, Nebenarbeiten, kleine Kunstbauten, grosse Kunstbauten, Beschotterung der Geleise, Oberbau und mechanische Einrichtung, Hochbau, Einfriedungen, Signale, telegraphische Einrichtungen u. s. w. und rollendes Material.

Bezüglich der Stationsanlagen ergeht sich der technische Bericht auch über die Begründung der Stationsanlagen und der Wasserstationen.

Als Beispiel einer solchen Vorlage war das Arlbergproject zur Anschauung gebracht.

Die Verfassung des Detailprojectes muss eine Detailkarte, Detailsituationspläne, Detaillängenprofil, Specialquerprofile, die Längen- und Querprofile der verlegten Wege und Wasserläufe, Normalgrundrisse der Aufnahmsgebäude, Tabellen über die Rich-

tungs- und Steigungsverhältnisse, die Kunstbauten, Wege und Wasserläufe, endlich ein Verzeichniss der in der Bahntrace und in dem feuergefährlichen Kreise liegenden Gebäude nachweisen.

2. Hergang der Aufstellung der Eisenbahnprojecte in Spanien.

Dieser Hergang unterscheidet sich sehr wenig von dem allgemein üblichen, und ist nur zu bemerken, dass das Längenprofil in 1:5000, respective 1:500 dargestellt wird; dass in der Situation (Maassstab 1:5000) die Schichtencurven ersichtlich sein und dass zur generellen Uebersicht Generalkarten der Gegend im Massstabe 1:300.000 beigelegt werden müssen.

Eine Type der einzureichenden Vorlage war durch das gesammte Project der Linie „Huelva a la Frontera de Portugal“ zur Ausstellung gebracht.

Dasselbe enthielt ausser den hier genannten Plänen die Querprofile (Maassstab 1:200), Kubaturberechnung, Massenvertheilung, Bauwerkspläne, Pläne für Hochbauten und Bahnhöfe etc., Kostenvoranschläge, Erläuterungsbericht, Motivirung der Bahnanlage, Bedingnissheft, Nachweis der Tarife, Inventarnachweis etc.

§. 2. Commerzielle Tracirung.

Wie schon oben, gelegentlich der Besprechung der statistischen und nationalökonomischen Vorerhebungen bezeichnet wurde, ist die commerzielle Ausmittelung einer Bahntrace in der heutigen Zeit der Concurrenzen ein umgemein wichtiger Factor. Diese Wichtigkeit ist bereits in jenes Stadium getreten, dass sie eine ganz neue wissenschaftliche Disciplin, die der commerziellen Tracirung, hervorgerufen hat, eine Disciplin, welche die Untersuchung und Wahl der Trace von den Ermittelungen der grösseren Verkehrsfähigkeit der einzelnen Linie abhängig macht. Wir müssen das Auftreten dieser Disciplin, um welche sich die Ingenieure Michel („Annales des ponts et chaussées, 1868), Ambros Campiglio („Il Politecnico 1872“) und Launhardt („Zeitschrift des Hannövrischen Jngenieur- und Architektenvereines 1872“) ganz besondere Verdienste erworben haben, als einen erst innerhalb des letzten Jahrzehntes sich vollziehenden ausserordentlichen Fortschritt auf dem Gebiete des Eisenbahnbaues verzeichnen und diese Errungenschaften der Beurtheilung der Bau-

würdigkeit einer Verkehrsstrecke in zweierlei Richtung im Auge behalten, nämlich einmal in jener der Vornahme der geeigneten Erhebungen und das andermal in der mathematischen Formulirung dieser Erhebungen zum Zwecke der Wahl der Verkehrsvariante. Was die erstere Richtung anbelangt, so können die Beurtheilungsfactoren entweder direct oder durch Analogie erhoben werden, und geschieht zum Zwecke grösserer Sicherheit wohl immer Beides zugleich, weil sowohl die directe, wie die analoge Erhebung nur als Anhaltspunkte dienen, sich nur ergänzen, controliren können. Die directe Erhebung befasst sich mit der Addition der Quantitäten der Frequenz und mit der ziffermässigen Gestaltung des Vermehrungscoëfficienten durch den Eintritt des neuen Frequenzmittels. Die analoge Erhebung ist eine dreifache; *a)* der directe Vergleich der kilometrischen Einnahmen ähnlicher Verkehrslinien; *b)* der directe Vergleich der Personen- und Güterfrequenzen nach Kilometern auf ähnlichen Linien; *c)* die Schätzung des Verkehres nach Klassen der Stationen und der auf dieselben gravitirenden Einwohnerzahl und aufgeschlossenen Quadratfläche. Immer dürfen selbstverständlich solche Vergleiche nur aus einem und demselben Staatengebiete entlehnt werden, weil der Wirthschaftswerth sich nach Staaten trennt; und hat man es mit Staaten zu thun, in denen die Verkehrsstrecken erst eingeführt werden sollen, so können selbstredend nur Staaten ähnlichen Wirthschaftswerthes zum Vergleiche herangezogen werden. Man kann dies vollkommen würdigen, wenn man die schon im ersten Abschnitte gegebenen Unterschiede der kilometrischen Frequenzen oder der Frequenzen nach Maassgabe der Einwohnerzahlen oder endlich nach Maassgabe der erschlossenen Quadratflächen beachtet, wie sie in den verschiedenartig nationalökonomisch entwickelten Ländern auftreten. Für ein und dasselbe, gleichmässigen Wirthschaftscharakter besitzende Staatengebiet lassen sich indess diese Vergleiche schon meistens mathematisch annähernd feststellen, wie dies aus dem chronologischen Verfolge der jeweiligen Verkehrsstatistik erkenntlich ist -- und es möchte hier die Bemerkung einzuflechten sein, dass auf diesem Gebiete der Statistik unser noch grosse Arbeiten harren, und dass gerade diese künftige Statistik der Verkehrs-Entwickelung zu interessanten Schlüssen führen wird.

Was nun die oben angedeutete, mathematische Formulirung des zu erwartenden Verkehres zum Zwecke der Erwägungen über die Bauwürdigkeit einer Linie, also die Prüfung der Verkehrsvarianten betrifft, so hat uns namentlich der Professor Launhardt zu Hannover eine geradezu classische Arbeit geliefert, welche in dem Ausschlusse der Wahl solcher Varianten „nach dem Gefühle" gipfelt und uns so recht die Vielseitigkeit dieser theoretischen Behandlung der Tracirung klarstellt. Aber auch die Aufstellung rein empirischer Formeln wird hier von aussergewöhnlichem Nutzen sein, denn die Angaben, welche diesfalls Michel für Frankreich und Campiglio für Italien machen, sind zu einladend, als dass sie isolirt bleiben werden; ja wir dürfen nach diesen Ermittelungen schon sagen, dass derlei Formulirung ein demnächst zu erwartender Fortschritt in unserem Fache sein wird. Bekanntlich basirt die von Michel aufgestellte Formel auf den Werthen, dass die Betriebskosten pro Kilometer auf den Zweigbahnen zu 6000 Francs und $6._5$ die Hälfte der ankommenden und der abgehenden Personen und $2._1$ Tonnen die halbe Summe der ankommenden und abgehenden Güter pro Station und der auf diese Station gravitirenden Einwohnerzahl, immer pro anno gerechnet, ist.

In Frankreich werden die Grenzwerthe von 4 und 9 für den Personenverkehr, und von $1._0$ bis $3._4$ im Güterverkehre selten überschritten. Ebenso sind die Durchschnittserhebungen für Italien von Campiglio von Interesse, welcher den Mittelverkehr folgend angibt:

Ordnungs-Nr.	Wirthschaftlicher Charakter der Gegend	Verkehr pro Einwohner und pro anno — Summe der ankommenden und abgehenden Personen	Verkehr pro Einwohner und pro anno — Summe der ankommenden und abgehenden Tonnen Güter
1	In sehr gewerbreichen Gegenden	$5._{52}$	$1._{32}$
2	In verkehrsreichen und mittelmässig industriellen Gegenden	$3._{30}$	$0._{70}$
3	In Gegenden mit Weinbau und getheiltem Grundbesitz	$1._{98}$	$0._{50}$
4	In Gegenden, wo nur Ackerbau getrieben wird und Grossgrundbesitz vorwaltend ist	$1._{44}$	$0._{40}$

Diese Angaben veranlassen uns zu der Bemerkung, dass es für unsere österreichischen Eisenbahnbauverhältnisse eine höchst dankenswerthe Aufgabe sein würde, Uebersichtstabellen zu entwerfen, welche die jährlichen Personen- und Güterfrequenzen nach Station zusammenstellen, die gravitirenden Einwohnerzahlen und Bestreichungsflächen dieser Stationen ermitteln und diese Ergebnisse nach Provinzen und diese wieder nach ihrer wirthschaftlich unterscheidbaren Gebieten trennen würden. Wir würden, wie es scheint, auf diese Art vermöge der grossen wirthschaftlichen und orographischen Unterschiede in unseren Provinzen und im Gegenüberhalte von Cis- und Transleithanien zu markanten Daten gelangen, welche unseren Neubauten und Verkehrsvarianten eine sehr sichere Unterlage der Vorausbeurtheilung der Freqnenz abgeben müssten. —

Auch das Gebiet der commerziellen Tracirung fand auf der Wiener Weltausstellung seine Vertretung, und zwar in den beiden folgend benannten Objecten:

1. Project der Arlberglinie, bezüglich der diesfälligen Verkehrsermittelungen und Denkschriften über dieselben.

2. Linie Huelva a la Frontera de Portugal, bezüglich der Nachweisungen über den zu erwartenden Verkehr, getrennt nach Personenverkehr, Production, Import und Export der Gegend.

§. 3. Technische Tracirung.

Die Fortschritte in der technischen Ausmittelung der Bahntrace gipfeln in dem Umsichgreifen der Anwendung des Aneroïdes zu Vorerhebungen, der Gewinnung von Schichtenkarten und dem eingänglichem Studium der Betriebs- und Bauvarianten. Die Beschleunigung der Herstellung der Schichtenkarten hat wiederum die Verbesserung des Instrumentenbaues, die Einführung des Tacheometers und die Benützung der Photographie (System Meydenbauer—Erbkam, Z. f. B. 1870— zuerst 1867 angewendet) zur Folge gehabt, und in der That bildet die Vereinigung der Factoren zum Zwecke einer raschen Herstellung von Schichtenkarten ein, die Ingenieure der Neuzeit sehr lebhaft beschäftigendes, wissenschaftliches Moment, weil der Werth genauer Schichtenkarten, besonders für Tracirungen im Gebirge, als ein solcher erkannt ist, dass diese geradezu als unentbehrlich erscheinen.

Diese Wichtigkeit der Construction von Schichtenplänen, erfolge letztere nun aus aufgenommenen Querprofilen, aus cotirten Flurkarten, unter Beiziehung trigonometrischer Aufnahmen, photographischer Fixirung — oder aus Aufnahmen mittelst des Tacheometers (welcher in Oesterreich im Jahre 1870 bei der Tracirung der Prag-Duxer Bahn von dem Verfasser eingeführt wurde), veranlasst uns einen Blick auf die Geschichte der Entstehung der Schichtenpläne zu werfen, zumal diese Entstehungsgeschichte auf der Wiener Weltausstellung (Pavillon der additionellen Ausstellung) ihre reichhaltige Vertretung fand.

Offenbar kann man annehmen, dass die Idee der Herstellung von Schichtenplänen aus der Beobachtung des Steigens und Fallens der Wasserspiegel entsprungen ist, und thatsächlich führte uns die additionelle Ausstellung die sogenannte hydroökonomische Aufnahme des Etschthales zwischen Schloss Tirol und Pasanello vom Major Novak des Geniecorps (131 Blätter) und stammend aus dem Jahre 1805 als einen der ältesten Schichtenpläne vor.

Die Erfindung der Herstellung von Schichtenkarten wird dem französischen Geographen Buache zugeschrieben, welcher dieses sein Kartensystem schon 1737 der Pariser Akademie der Wissenschaften in der 1752 veröffentlichten Karte des Departements la Manche vorlegte, in welcher Karte die gleichtiefen Meerespunkte durch Curven verbunden erscheinen.

Im Jahre 1771 wurde diese Darstellungsmethode aufs Neue von dem Ingenieur du Carla aus Genf und später 1782 durch Tupain-Triel angewendet. Seit dieser Zeit wurde die Methode vielfach von Militäringenieuren gebraucht und 1820 durch den um die Cartographie so hochverdienten dermaligen k. k. Feldzeugmeister in Pension Ritter v. Hauslab in der österreichischen Ingenieurakademie eingeführt.

Seitens der additionellen Ausstellung war jener exponirte Situationsplan des k. k. Thiergartens bei Wien, stammend aus dem Jahre 1823, als einer der älteren österreichischen Schichtenpläne bezeichnet, welcher im Maassstabe 1: 14.000 und mit Schichtenhöhen à 5 Klafter angefertigt, von Professor Dr. Winkler v. Brückenbrand aufgenommen wurde.

Weiters zeigte auf der additionellen Ausstellung Hofbauers „Zeichenschlüssel", erschienen 1827, in den Blättern 8 und 9 schon den Schichtenplan als Disciplin.

In dem bekannten Werke über Strassenbau vom Baurathe Umpfenbach (erschienen zu Berlin 1830) wird die Tracirung von Kunststrassen auf Grund entworfener Schichtenpläne schon ausführlich gelehrt.

Im Jahre 1833 erschien Olsens Höhenschichtenkarte von Europa.

Aus dem Jahre 1834 stammend, war ein Schichtenplan der Stadt Klausen und des Klosters Säben von Oberstlieutenant Martoni in der additionellen Ausstellung zur Anschauung gebracht; dieser Schichtenplan ist im Maassstabe 1: 1728 und in Schichtenhöhen à 1 Klafter dargestellt.

Zu Zwecken des Eisenbahnbaues hat Ritter v. Lössel (1838) auf der Linie München-Augsburg zuerst Schichtenpläne angewendet.

Weiters wurde diese Tracirungsmethode von Ritter v. Lössel auf den Linien Donauwörth-Treuchtlingen, Donauwörth-Oettingen, Kempten-Lindau, Augsburg-Ulm, München-Salzburg, Starnbergsee-Fenzenberg, Kaiserin Elisabethbahn bei Salzburg, Linz-Budweis, Essegg-Sissegg, Przemyšl-Stanislavov, Laibach-Karlstadt, Gabor-Josefsthal, Neumarkt-Braunau, Divazza-Pola, Bresnizza-Triest, Canfanaro-Rovigno, Szegedni-Neusatz etc. angewendet, und hat vom Jahre 1843 an diese Tracirungsmethode der Eisenbahnen von Bayern aus seine Verbreitung überallhin gefunden.

Bereits auf der Ausstellung zu München vom Jahre 1854 wurde Ritter v. Lössel für diese ausgestellte Methode prämiirt und ihm die Priorität der Anwendung der Schichtenpläne zu Zwecken der Eisenbahntracirungen zuerkannt.

Auf der Ausstellung in London 1862 wurde Ritter v. Lössel abermals prämiirt und wurde die Tracirungsmethode mit Schichtenplänen Seitens der ungarischen Regierung am 7. Mai 1868 und Seitens der österreichischen Regierung am 4. Februar 1871 für obligat erklärt. —

Ausser den Errungenschaften in der raschen Herstellung und ausser der Erkenntniss der Nothwendigkeit von Schichtenplänen

haben wir als einen in den letzten zwei Jahrzehnten aufgetretenen Fortschritt auf dem Gebiete der technischen Tracirung der Eisenbahnen das eingehende Studium der Betriebsvarianten zu verzeichnen, welches die Beurtheilung der Trace hinsichtlich der Betrachtung der Betriebs-Schwierigkeiten durch Erwägung des Ein flusses der Radien und der Steigungen zum Gegenstande hat. Bekanntlich hat eine der ersten diesfälligen Arbeiten der französische Ingenieur l'Eveille (1848) geliefert, welcher später die Methoden von Heider (1856), Dr. Scheffler (1856), Coneybeare (1858), Stummer (1867), Heyne, Hoffmann (1870), Pontzen (1870), Fink (1870), Glaser und Morandiere (1870), Strubo (1875) etc. folgten.

Die Anwendung des Aneroides und des Tacheometers, der Gebrauch der Schichtenkarten, die Untersuchung der Verkehrsvarianten und der Betriebsvarianten sind demnach die hervorragendsten jener Errungenschaften der technischen Tracirung, welche sich der Ermittelung der billigsten Bauvarianten zugesellen.

Auch die Ausstellung zu Wien repräsentirte dieses Streben der Neuzeit nach allseitig erörterten Bahntracen mehrfach, und ausser der den technischen Instrumenten gewidmeten Gruppe vornehmlich durch die folgenden Aussteller, respective Objecte:

1. Die Bauabtheilung der k. k. Generalinspection der österreichischen Eisenbahnen,

welche das vollständig und auf Grund von Schichtenplänen ausgearbeitete Project des Arlberges zur Ansicht brachte.

2. Friedrich R. v. Lössel

brachte unstreitig das interessanteste Ausstellungsobject im Gebiete der Tracirung von Eisenbahnen, nämlich die Darstellung der Tracirung der Salzkammergutbahn in Modell und Zeichnung zur Anschauung.

Die österreichische Salzkammergutbahn war auf 33 Kilometer Länge in 39 Blättern (Schichtenplänen), dargestellt, und da jedes Blatt 0.4 Meter Länge und 0.5 Meter Breite hatte, so erstreckte sich das dargestellte Terrain über 195☐ Kilometer = 3.4☐ Meilen Erdfläche.

Die ursprüngliche Aufnahme hatte einen Maassstab von 1 : 2880, das Ausstellungsobject wegen der besseren Uebersicht einen Maassstab 1 : 5000.

Ueberraschte schon die ausgezeichnete Sorgfalt in diesen Karten, so war dies noch mehr der Fall durch das auf Grund dieser Karten angefertigte Relief.

Dieses Relief stellte, entsprechend den vorerwähnten Karten, Isopeden von zwei zu zwei Metern dar und war dadurch angefertigt worden, dass aus jenen Situationsplänen die betreffenden Schichten ausgeschnitten und auf einander gepresst waren, wobei die Papierdicke der Schichtenhöhe von 2 Metern entsprach, also die Gestaltung des Terrains unverzerrt wiedergegeben war.

Es entstand hierdurch ein ausgezeichnet schönes Relief, welches zu vorzüglichen photographischen Abbildungen diente, das jedoch von dem Ingenieur nur als ein effectvolles Schaustück betrachtet werden konnte, weil die Anfertigung solcher Reliefs zu Zwecken der Tracirung von Eisenbahnen denn doch zu kostspielig und zeitraubend ist.

Die Darstellung derartiger Reliefs ist übrigens schon sehr alt.

Wir finden sie von R. v. Streffleur mehrfach angewendet, und bot die additionelle Ausstellung ganz ausgezeichnete derartige Modelle.

Unter die ältesten plastischen Terraindarstellungen dieser Art dürften jene gezählt werden, welche 1822 von R. v. Hauslab über den Predilpass; 1822 ebenfalls von R. v. Hauslab über den Pass von Malborgheto; 1832 vom Hauptmann Walter, betreffend die Umgebung der Franzensfeste im Maassstabe 1 : 720 und in Schichtenhöhen von 1 Klafter angefertigt wurden und welche in der additionellen Ausstellung vorlagen. Eben dortselbst war auch von älteren Werken noch die plastische Darstellung des Laaer Berges von Hauptmann Hötscher und Oberfeuerwerker Paulizza ausgestellt, welches Relief in 1 : 7200 und in Schichtenhöhen à 3 Fuss angefertigt ist und aus dem Jahre 1848 herrührt.

3. Königlich württembergische Eisenbahncommission.

In ihrer Collectivausstellung hat diese Behörde auf dem Gebiete der Tracirung von Eisenbahnen eine ganz vorzügliche Dar-

stellung der in Württemberg üblichen Tracirungsmethode zur Anschauung gebracht (Deutscher Pavillon).

Es waren (verfasst von dem Baurathe Schlierholz) 8 Blätter der Algäubahn von Wangen nach Friedrichshafen ausgestellt, welche die württembergische Tracirungsart, wie folgt, zur Anschauung brachten.

In die Flurkarten (1:2500) werden Schichtencurven von 5 Meter zu 5 Meter auf Grund von Höhenaufnahmen eingezeichnet, welche in dem ebeneren Terrain durch Nivellirinstrumente, im coupirteren Terrain durch Messtisch und Distanzmesser unter Zuhilfenahme des trigonometrischen Rechenstabes, und für untergeordnete entfernte Punkte aber mittelst des Aneroïdes gewonnen worden.

Das dargestellte, dem Tertiären und Diluvium angehörige Terrain ist ein ausserordentlich schwieriges, denn das Algäu durchziehen wilde und tief eingeschnittene, stark gekrümmte Flüsse mit steilen, vielfach verrutschten Thalgehängen; die umgebenden Höhen dagegen sind mit einer Menge von Kuppen, kleinen Seen und Bächen versehen, welche die Tracirung sehr erschweren.

Die eingezeichnete Bahnlinie, eine Thallinie zwischen Neu-Ravensburg und Steinenbach zeigte von grossen Schwierigkeiten, welche besonders darin culminiren, dass das verrutschte Terrain anzuschneiden vermieden und die Linie durch ausgedehnte Flussverlegungen gewonnen wurde.

4. Spanien

brachte in seinem Pavillon eine höchst interessante Sammlung von Tracirungsplänen seiner Linien, aus denen wir nur folgende Beispiele hervorheben:

a) Ferro carril de Ysabell II.

Auf einer lavirten, sehr plastisch erscheinenden Karte war die Bahn in einer Länge von 72 Kilometern eingezeichnet, deren Schwierigkeit daraus erhellt, dass auf dieser Länge (Barcena-Reinosa) 20 Tunnels vorhanden sind, worunter der längste circa 1·4 Kilometer misst. Besonders grossartig erscheinen die Windungen der Bahn bei La Real und Las Stolas, unter welchem letzteren Orte ein Tunnel läuft.

Die vorherrschende Steigung zwischen Barcena (284.$_{763}$ Meter Seehöhe) und Reinosa (846.$_{939}$ Meter Seehöhe) ist 19 pro mille.

b) Ferro carril de Leon a Gyon. (Trace des II. Section.)

Eine ebenfalls in plastischer Manier angefertigte Karte (1 : 50.000) diente zur Darstellung von circa 100 Kilometern Bahnlänge zwischen Moreda (281.$_{980}$ Meter Seehöhe), Busdongo (1265.$_{64}$ Meter) und Vega de Gordon (1017.$_{08}$ Meter), auf welcher Strecke die vorherrschende Steigung 0.$_{115}$ betrug. Bei Busdongo liegt der Tunnel 132.$_{39}$ Meter unter dem Terrain, und die tiefste Unterfahrung, nämlich 289.$_{58}$ Meter findet bei Alto de Felgueras statt. Auf der benannten Strecke kommen etwa 50 Tunnels vor, worunter der längste von Busdongo circa 3 Kilometer misst. Das Generallängenprofil (6 Millimeter = 1000 Meter, respective 1 Millimeter : 1 Meter), im Vereine mit der Situation gaben Zeugniss von der ungemein schwierigen Herstellung der Bahn.

Dieselbe zieht sich von Moreda flussaufwärts der Aller an der Berglehne auf der Flussseite von Gasor, Serapia und Sato; überschreitet das Quellengebiet im Halbkreise und geht an der anderen Seite des Flusses zurück wieder bis nach Moreda, wo die Bahn, zum zweitenmale sich scharf wendend, in das Flussgebiet der Nombra tritt; in Moreda beträgt der sichtbare Bahnunterschied 229 Meter. Eine ähnliche Schleife ist im Nombrathale ausgeführt; die Bahn dreht sich bei Santibañes, tritt auf die andere Lehne, kehrt zurück und befindet sich bei la Gotera nur einen Kilometer von Nombra entfernt, aber schon 324 Meter oberhalb Nombra, von wo sie der Wasserscheide von Busdongo (Flussgebiet der Nombra, des Bajarez und der Bernesga) in 1265.$_{64}$ Schienenhöhe und 1398.$_{30}$ Passhöhe zuläuft.

Diese wenigen Angaben werden vollkommen genügen, um die ausserordentlichen Schwierigkeiten der Tracirung, bei welcher es galt, Fuss für Fuss den Boden der Bahn abzuringen, zu kennzeichnen, und es bietet die genannte Planvorlage noch desshalb ein erhöhtes Interesse, weil die allgemeinen cartographischen Aufnahmen von Spanien für Eisenbahnbauzwecke sehr lückenhaft sind, wie schon daraus zu ersehen war, dass für die Situation keine käufliche Karte zur Verfügung stand, sondern das Terrain vermittelst Handzeichnung mühsam dargestellt war.

5. Splügenbahn.

Die schon früher erwähnten Pläne der Splügenbahn boten ebenfalls ein ausgezeichnetes Beispiel schwieriger Bahntracirung und geben uns Gelegenheit, von einer Handhabe zu sprechen, welche beim Baue von Gebirgsbahnen neuestens und mit Recht sehr ausgedehnt angewendet, respective projectirt wird.

Es ist dies das System der Kehrtunnels. Die steilen Stufen in den Hochgebirgsthälern, die vielfach gebotene Unterschreitung von Lawinenplätzen, Muren und Wildbächen, dann die Nothwendigkeit, mit Vermeidung von Spitzkehren sich auf derselben Thalseite zu wenden, auch der Umstand endlich, die Tunnels an gewissen Stellen tief in die Lehne legen zu müssen: diese Factoren haben die Nothwendigkeit hervorgerufen, sich der Kehrtunnels zu bedienen.

Unseres Wissens wurden die ersten eigentlichen Kehrtunnels auf der Brennerbahn im Jodocusthale und im Pflerschthale durch den damaligen Bauinspector Achilles Thommen angewendet. Eine erhöhte und bedeutendere Anwendung von Kehrtunnels findet gegenwärtig in dem Projecte der St.Gotthardbahn statt, ist in den Projecten der k. k. Generalinspection der österreichischen Eisenbahnen für den Predil und Arlberg (Vorstand der Tracirungsabtheilung Oberinspector Dostal) effectvoll zur Geltung gebracht, und in der bis jetzt markantesten Weise bei dem neuen Splügenprojecte vorgedacht.

Bekanntlich bestehen die grössten Tracirungsschwierigkeiten der Splügenbahn in dem ungemeinen Steilabfalle des italienischen Thales vom Splügenpasse bis nach Chiavenna, und sind es besonders die zunächst Campodolcino gelegenen Thalstufen, welche einer Bahnanlage weit hinderlicher sind, als jene des Tessin an der St. Gotthardbahn, und welche seinerzeit der Bau des Splügenstrasse zu einem denkwürdigen Ereignisse in der Ingenieurwelt gestaltet haben. Vorzugsweise sind es drei Kehren, welche auf der Südseite der Splügenlinie auffallen:

α) Die Serpentine von Chiavenna, 12 Kilometer lang, 250 Meter Kehrradius und 1610 Meter Länge des Kehrtunnels.

β) Die Schleife unterhalb Campodolcino; sie bildet die Figur der Zahl 8; die Bahn gewinnt die andere Thalseite mittelst eines

830 Meter langen, in 250 Meter Radius liegenden Kehrtunnels, tritt dort nur auf eine kurze Länge zu Tage, greift sofort in entgegengesetzter Krümmung mittelst 250 Meter Radius und vermittelst eines 1250 Meter langen, dem ersteren Kehrtunnel entgegengesetzten Kehrtunnels in diese Lehne ein und kommt auf dieser selben Lehne, den ersten Kehrtunnel überschreitend, wieder zu Tage; die ganze Schleife misst nur 4000 Meter Länge.

γ) Die dritte Schleife, oberhalb Campodolcino und vor dem Scheiteltunnel, ist 9000 Meter lang, entwickelt sich ebenso, wie die frühere Schleife mit zwei entgegengesetzten Kehrtunneln und einem dazwischenliegenden Lehnentunnel und überschreitet die obere offene Bahn wieder die Situation des unteren Kehrtunnels.

6) Ingenieur J. C. Zajíček

hat eine auf die Tracirung von Eisenbahnen Bezug habende Darstellungsmethode erdacht und dieselbe auf Plänen zur Ausstellung gebracht, welche auf die Linz-Budweiser Bahn Bezug haben.

Herr Zajíček vereinigt die horizontale und verticale Projection einer Bahn, indem er die zur Achse parallelen Schichtenlinien der Böschungen mit der Höhe der Aufträge, respective der Tiefe der Einschnitte an den betreffenden Querprofilspunkten der Bahnlänge durchschneidet und die so gewonnenen Durchschnittspunkte unter einander verbindet, also mit einer Darstellung die Situation, den Charakter des Terrains, die Form und Länge der Auf- und Abträge, die Höhen und Tiefen derselben und die Schnitte der Bauwerke zu erkennen gibt.

§. 4. Normalien.

Der Fortschritt im Eisenbahnbaue hat zur Veröffentlichung der bei grossen Bahnen angewendeten Constructionen geführt, und haben diese Constructionen anderen Bahnverwaltungen später vielfach zum Muster gedient.

Durch diese Hergabe und Hinnahme von Constructionen hat die Universalität im Eisenbahnbaue ausserordentlich gewonnen, und es haben in dieser Hinsicht die Normalpläne oder die sogenannten Normalien einzelner Bahnen einen erheblichen Werth. Ein zweiter Grund der Erspriesslichkeit von Normalplänen liegt in

der dadurch vereinfachten Bauleitung einer grossen Bahn; ein dritter in dem Werthe der Individualisirung der Bahn; ein letzter Grund endlich in dem Werthe gleichartiger Construction entlang der ganzen Bahn, welche oft von Ingenieuren projectirt und erbaut wird, die verschiedenartige technische Bildung und technische Constructionsweisen in sich vereinen.

Diesem Werthe der Normalien steht ein grosser Nachtheil, nämlich der der Chablonisirung und der zugelassenen Flauheit der Denkkraft der Ingenieure entgegen, jedoch nur in untergeordnetem Maasse, sobald der technische Dirigent und die Oberbeamten tüchtig und rührig sind.

Der Werth der Normalien, welcher schlüsslich auch noch in der Raschheit der Projectirungsarbeiten liegt, ist in der That auch heute ein überall anerkannter, und dass dem so sei, davon gab auch die Ausstellung durch die vielseitig herbeigebrachten Normalien ein hervorragendes Zeugniss. Wir beschränken uns indess auf die Aufzählung der folgenden Aussteller:

1. K. k. privilegirte österreichische Nordwestbahn.

(Nordwestbahnpavillon).

Unter den österreichischen Bahnen hat dieselbe die einzige vollständige Sammlung ihrer Normalpläne und betreffen den Instructionen gebracht, aus denen sich entnehmen liess, dass ein aus der Etzel'schen und Thommen'schen Schule stammender einheitlicher Geist das Ganze durchwehte und ein grosser wissenschaftlicher Werth den Constructionen und Vorschriften innewohnte. Besonders erwähnenswerth sind die Hefte der Normalzeichnungen für Erdbau, eiserne Brücken, Oberbau, Wasserstationen, Signalwesen, dann die Normalien für den Hochbau (Wärterhäuser, Beamtengebäude, Stationsgebäude, Güterschuppen, Perrons, Wasserstationen, Remisen, Werkstätten und Drehscheiben), endlich die Normalien für Ausrüstungsgegenstände und Einfriedung der Bahn.

2. Venlo-Hamburger Eisenbahn.

(Deutscher Pavillon.)

Unter den ausländischen Eisenbahngesellschaften war es diese, welche die vollständigste Sammlung der Normalpläne und

dadurch den Geist ihrer technischen Führerschaft (Geheimer Oberbaurath Funk) zur Anschauung brachte.

Unter den ausgestellten Normalien dieser Eisenbahngesellschaft zeichneten sich besonders die Normalprofile des Bahnkörpers, die Normalconstructionen des Oberbaues, die Normalprofile der Bahnhöfe, die Zeichnungen der Barrièren (Schiebe- und Zugbarrièren, Drehbarrièren, Schleppbarrièren und Flügelbarrièren), die Normalien für den Hochbau aller Art und endlich die Normalien für die eisernen und gewölbten Durchlässe und Brücken aus.

3. Eisenbahn Lemberg-Czernowitz-Jassy.

(Rumänische Abtheilung.)

Normalien kleiner Brücken und Durchlässe.

4. Russland.

(Russische Abtheilung.)

Diverse Normalien für Brücken und Durchlässe und Wächterhäuser.

III. Abschnitt.

Erd- und Felsarbeiten.

Diese Arbeiten, welche bei den Ingenieurbauten schon von Alters her eine bedeutsame Cultivirung gefunden haben und besonders im Wasserbaue, im Kriegsbaue und im Bergbaue (hier als Gewinnungsarbeit) wesentlich vervollkommnet wurden, haben doch erst in der Zeit der Eisenbahnen jene wissenschaftliche Bedeutung erlangt, die in der Feinheit der Disposition und in der Wahl der Überwältigungsmittel desshalb gipfelt, weil die Eisenbahnen die zwei bedeutsamen Forderungen hervorgerufen haben: grosse Massen verschiedenen Festigkeitsgrades ungemein rasch zu überwältigen. Es hat auch in der That diese gerade durch den Eisenbahnbau hervorgerufene Forderung den Erdbau wesentlichen Fortschritten zugeführt, und wir vermögen selbst in den letzten beiden Jahrzehnten ein immerwährendes Ansteigen derselben zu verzeichnen. Überblicken wir den heutigen Stand der Kunst des Erdbaues, so lassen sich namentlich folgende Errungenschaften anführen.

1. Durchbildung der Theorie des Erdbaues.

Dieselbe ist bereits so weit gediehen, dass sie zu einer selbständigen Disciplin geworden ist, welche sich mit der Frage der Stabilität und jener der Durchbildung des Momentes der Massen in die Transportweite (Massennivellement) beschäftiget.

2. Vervollkommnung der Betriebsdisposition.

Dieselbe gipfelt darin, dass wir für jeden localen Fall und jede locale Anforderung bereits eine Auswahl unter verschiedenen Dispositionsmethoden besitzen, wie z. B. der englische Einschnittsbetrieb

eine solche ist; dieser Vervollkommnungsgrad der Disposition ist eine ganz wesentliche und kostspielige Errungenschaft, deren Besitz heute die Concurrenzfähigkeit markirt.

3. Die Einführung der Gewinnungsmaschine.

Dieselbe kennzeichnet sich durch das Streben, die Menschenarbeit der „Gewinnung" durch Maschinen zu ersetzen. Maschinelle Grabung durch Excavateurs, maschinelle Schrämung und maschinelle Bohrung (über welche wir im Abschnitte „Tunnelbau" berichten werden) sind die drei Hauptfactoren dieser maschinellen Erdarbeit.

4. Die Einführung der maschinellen Förderung.

In dieser Richtung ist im Erdbaue ausserordentlich viel geleistet worden, denn mit den Anforderungen an den billigen Transport und an die Raschheit der Fortschaffung der gelösten Massen wuchs die Verfeinerung der Art des Transportes. Wir können den Übergang von dem rohen Fördergefässe zu dem verfeinerten, von dem holperigen Bodenwege zum verbessertesten Geleise und von der Muskelkraft zur Dampfkraft für die Zwecke des Zuges wahrnehmen; studiren, wie schwierig dieser Aufschwung war; und erkennen, dass unsere heutige Zeit die Einführung des Locomotivtransportes und der Seilförderung, letztere sowohl in der Form des directen Dampfanzuges, der Forttragung der Fördergefässe mittelst eines Seiles und der Bremsberge: als grosse Errungenschaften feiert.

5. Die Verbesserung des Sprengprocesses.

Derselbe gipfelt in der Einführung des Dynamites und der elektrischen Zündung und in der Anwendung der heute so vervollkommneten Minensprengung im Grossen.

6. Würdigung des geologischen Momentes.

Die grosse Erfahrung im Erdbaue und die Fortschritte in der Geologie haben uns dazu geführt, dass wir den Erdbau nicht mehr in der rohen Weise behandeln, wie es früher der Fall war, denn

mit geklärterem geistigen Blicke über die künftige Haltbarkeit eines Erdbaues ausgerüstet, weichen wir heute schwierigen Terrainverhältnissen entweder mit Bewusstsein aus, oder wir legen unserem Baue sofort die gewonnenen Erfahrungselemente unter, das heisst wir sichern uns den Erfolg durch die Wahl des Schüttungsmateriales, durch die baulichen Anlagen (Sicherung) der Böschung und durch die rechtzeitige, kunstfertige Entwässerung des Terrains.

Der hiermit gekennzeichnete, gegenwärtig hohe Standpunkt des Erdbaues machte sich auch auf der Wiener Weltausstellung durch die betreffenden Expositionsobjecte kenntlich, und wählen wir, um dieselben sachgemäss zu rangiren, die folgende Eintheilung: *a)* Kunstprofile, *b)* Arbeitsgeräthe, *c)* Grabemaschinen, *d)* Sprengmittel, *e)* Minensprengung, *f)* Anordnung des Betriebes, *g)* Wahl des Transportssystemes und *h)* Kosten der Erdarbeiten.

I. Capitel.

Kunstprofile.

Unter den ausgestellten Kunstprofilen für Erdarbeiten heben wir die folgenden hervor:

1. Oesterreichische Nordwestbahn.

(Nordwestbahnpavillon.)

Die Kronenbreite der Bahn beträgt in der Schwellenhöhe 4 Meter. Die Tiefe der Schotterbettung in Dämmen und Einschnitten 0·4 Meter In nicht felsigen Einschnitten sind die Böschungen 1 bis 1½füssig, im lockeren Felsen ⅔ bis ½füssig, im festen Felsen ⅕füssig bis senkrecht. Die Felseinschnitte erhalten bis zu Tiefen von 7 Meter eine Breite von 8 Meter; bei Tiefen über 7 Meter eine Breite von 9 Meter, gemessen in der Geleiseebene.

Die Dämme aus geschüttetem Materiale sind ½füssig, jene aus Steinschlichtungen einfüssig.

2. Venlo-Hamburger Eisenbahn.

(Deutscher Pavillon.)

Der Bahnkörper ist für zwei Geleise ausgeführt und hat in der Höhe der Schienenunterkante 25 Fuss (nahe 8 Meter) Planumsbreite; die Geleiseentfernung von Mitte zu Mitte beträgt 11 Fuss 4 Zoll (= $3._{611}$ Meter).

Das Kiesbett, von der Schienenunterkante gemessen, hat eine Stärke von $0._{42}$ Meter, von Schwellenunterkante gemessen aber noch $0._{26}$ Meter.

Bei dieser Bettungsstärke ergiebt sich eine Kronenbreite des Erdkörpers von 25 Fuss + 3 + $1^1/_3$ Fuss = 29 Fuss = 9·24 Meter.

Die Seitengräben haben 2 Fuss Sohlenbreite und im Minimum $2^1/_2$ Fuss Tiefe unter der Schienenunterkante. Das Minimalgefälle der Gräben ist 1 : 800.

Einschnitte über 6 Fuss Tiefe haben in der Höhe der Schienenunterkante eine Berme von 1 Fuss Breite; die Böschungen bei erdigem Materiale sind $1^1/_2$füssig und bei Dämmen, welche der Ueberschwemmung ausgesezt sind, zweifüssig.

3. Huelva a la Frontera de Portugal.

(Spanischer Pavillon.)

Das Normalprofil ist auf Tafel I ersichtlich gemacht.

4. Moskau-Brester Eisenbahn.

(Russische Abtheilung.)

Die betreffenden Normalien, welche in russischen Saschen cotirt waren und auf das Metermass umgerechnet wurden, sind auf Tafel I dargestellt und zeigen die eventuelle Ausdehnung auf zwei Geleise, sowie die Ueberdeckung des flüchtigen Bettungssandes.

5. Eisenbahn Dünaburg-Wittebsk.

(Russische Abtheilung.)

Diese Normalien (ebenfalls auf Tafel I ersichtlich gemacht) waren in russischen Fussen cotirt und wurden in Meter umgerechnet; sie sind für zwei Geleise und wegen der breiteren Spur auf eine Kronenbreite des Bahnkörpers von $9·_{144}$ Meter vorgedacht.

6. Nikolai-Eisenbahn. (Nikolajevskaja zeleznà doroga).

Die Normalien dieser Bahn sind ebenfals für zwei Geleise bei einer Dammkronenbreite von 31 russischen Fuss (1 russischer Fuss = $0\cdot_{3048}$ Meter), 5 Fuss Spurweite und 11 Fuss Entfernung der Geleise von Mitte zu Mitte construirt. Die Kronenbreite der Bettung in der Schwellenhöhe misst $6 + 5 + 5 + 2._2 + 2._2 = 20._4$ russische Fuss.

7. Lemberg-Czernowitz-Jassy Eisenbahn.
(Rumänische Abtheilung.)

Diese Eisenbahngesellschaft hatte vier Normalprofile ihrer Erdkörperconstructionen in Dämmen und Einschnitten ausgestellt, aus denen eine Planumsbreite von $5._5$, respective $5._0$ Meter, die Anwendung 1- und 1½füssiger Böschungen, ferner die Anordnung der Schneedämme, bei denen die reichliche Bermenbreite von 4 Meter disponirt ist, des Weiteren die Raumanordnung für das eventuelle zweite Geleise endlich die Construction ersichtlich ist, welche für Inundationen angewendet worden ist und welche eine mehr als übliche Höhenlage der Schienen über dem Hochwasser anordnet.

Diese Normalprofile sind auf Tafel I ersichtlich gemacht.

II. Capitel.

Arbeitsgeräthe.

Das alte Sprichwort: „Gut Geräthe, halbe Arbeit", wird in unserer Zeit, wo die Intelligenz in der Arbeit immer mehr und mehr zum Durchbruche gelangt und damit an roher Kraft gespart wird, schon eingehend gewürdiget.

Die Weltausstellung bot auch ein reiches Bild der Erkenntniss dieser Grundsätze durch die zahlreich zur Ansicht gebrachten Werkzeuge.

1. Gewöhnliche Werkzeuge.

Es würde ausser dem Rahmen unseres Berichtes liegen, hierüber nähere Angaben zu machen, und begnügen wir uns auf die ausgestellt gewesenen Sammlungen vorzüglicher Geräthe von

Friedrich Beyersmann in Währinghausen bei Hagen in Westphalen, dann von Weniger und Meditsch in Wien, ferner von Leopold Wimmer aus Raudegg in Niederösterreich und W. Sahlbom in Stockholm hinzuweisen.

Besonders werthvoll waren die Bohr- und Schiessgeräthe repräsentirt, und bot insbesondere die Firma Kottsieper in Oberhausen (Pavillon Mahler & Eschenbacher), dann die Ausstellung von Arnauld, sowie jene der Gesellschaft du Hasar (belgische Abtheilung) hervorragend Interessantes.

Der bekannte Fortschritt in dem Bohrgeräthe besteht zumeist darin, dass die Bohrmeissel ganz aus Stahl, neuestens die Stangen auch aus Bessemerstahl hergestellt werden und dass dem Beispiele der piemontesischen Bergleute folgend, die einmännischen Bohrfäustel in gebogener Form, verstählter Bahn und bis zu einem Gewichte von 9 Pfund hergestellt werden.

2. Transportgeräthe für Erdarbeiten.

Hier muss

a) die Ausstellung von M. Jakobson in Galizien (Hofraum der österreichischen Abtheilung) besonders hervorgehoben werden, wobei allerdings die Bemerkung nicht unterdrückt werden kann, dass die in Deutschland in Anwendung befindlichen Transportgeräthe ihrer Construction und Haltbarkeit nach beurtheilt, die in Oesterreich noch üblichen Geräthe weit überragen.

b) Der von der österreichischen Nordwestbahngesellschaft katalogisirte Transportwagen des Bauunternehmers Link aus Leitmeritz, welches Geräth unter den Ingenieuren in Böhmen rühmlichst bekannt ist, konnte trotz vielfachen Suchens auf der Ausstellung nicht aufgefunden werden; die Seitens der österreichischen Nordwestbahndirection gegebenen Texte enthalten jedoch über diesen Wagen die folgenden, höchst interessanten Angaben.

Der von der Firma Link und Mayr benützte und von dem Ingenieur J. Link construirte Seitenkipper wiegt 10·14 Zollcentner, hat einen Rauminhalt von 1·33 Kubikmeter und kostet in seiner Anschaffung 88 fl. 36 kr. ö. W.

Der Wagen wurde bei verschiedenen Eisenbahnbauten durch 9 Jahre benützt und speciell durch 1980 Tage factisch gebraucht

und dabei von Menschen geschoben. Das ganze mittelst dieses Wagens transportirte Erd- und Felsquantum wird, im gelockerten Zustande gemessen, auf 44.767.8 Kubikmeter angegeben, welches im gewachsenen Zustande eine Masse von 33.576 Kubikmeter = 1, 141.579 Zollcentner repräsentirt, die im grossen Durchschnitte auf 300 Meter Distanz gefördert wurde.

Der Weg, welchen der Wagen hin und her zurücklegte, betrug im Ganzen 2662 österreichische Meilen.

Achsen, Räder und Hauptgestelle bedurften während der genannten Verwendungszeit keines Ersatzes; Reparaturen erlitt nur der Kasten, und werden die Kosten derselben pro anno mit 5 fl. angegeben.

Das Gestänge, auf welchem dieser Wagen lief, wurde ebenfalls von einem Baue zum andern verwendet, hat ein Schienenprofil von 10.6 Pfund pro laufenden Meter und kostete in der ersten Anschaffung pro laufenden Meter an Schienen 2.226 fl

„ Nägeln	 0.091	„
„ Schwellen	 0·172	„
zusammen	2.489	fl

Die gesammten Transportkosten, welche im Durchschnitte aller Bauten mit diesem Wagen auf die mittlere Transportweite von 300 Meter erreicht wurden, betrugen.

	In Summa Gulden	pro Kubikmeter lockere Masse Gulden
Taglöhne für den Transport von 44.768 Kubikmeter auf 300 Meter Distanz	3960.0	0·0884
Anschaffungskosten des Wagens	88.36	
Erhaltung des Wagens	45.00	0·0036
Transport des Wagens von einem Baue zum anderen, zusammen	28.00	
Beistellung des Geleises	800.00	0·0180
	4921.36	0·11

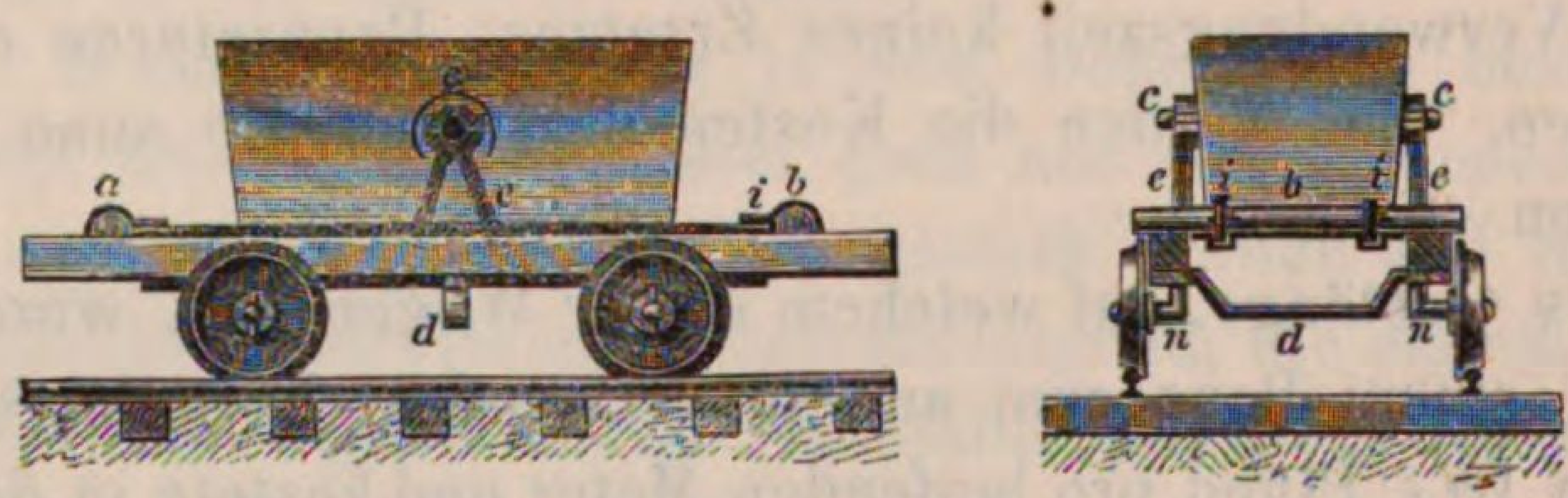
Zu diesen Transportkosten treten die Gerüstkosten in den Dämmen, dann die Kosten für die Legung, Abreissung, Ueber-

tragung, Unterhaltung und Stopfung des Geleises noch hinzu; diese Kosten sind nicht angegeben.

3. Französischer Vorderkipper.

In der dem Ingenieurwesen gewidmeten Abtheilung der französischen Ausstellung war ein interessant construirter Vorkipper durch eine sehr sauber gearbeitetes Modell zur Anschauung gebracht, welches hier in Figur Nr. 1.

Fig. 1.



wiedergegeben ist. Der Kasten ruht in Hängezapfen *c*, sein Vor- und Rückwärtskippen ist durch Wellbäume *a* und *b* verhindert, welche quer auf den Langhölzern des Wagenrahmens ruhen und welche durch die halbkreisförmigen, mit dem Kasten in Verbindung stehenden Eisen *i* überdeckt werden.

Zieht man einen dieser Wellbäume weg, so kippt der Kasten nach der betreffenden Seite.

Die gekröpfte Welle *d* dient zur Feststellung der Spurweite und zugleich als Haltepunkt für die Kippung.

Einige nicht uninteressante, anderweitige Transportgeräthe werden wir im siebenten Capitel besprechen.

III. Capitel.

Grabemaschinen.

In unserer Zeit gipfeln die Aufgaben des Ingenieurs beim Baue von Eisenbahnen, wie schon bemerkt, in der immer ausgedehnteren Anwendung von Maschinen, und wie man für die Fortschaffung der gewonnenen Massen den maschinellen Transport heute schon als allgemein erklären kann, so gelangt auch die Anwendung der Maschinenarbeit bei der Gewinnung selbst zu immer grösserer Geltung.

Bekanntlich unterscheidet man bezüglich der „Gewinnung“ durch Maschinen maschinelle Grabearbeit und maschinelle Bohrarbeit; die Letztere werden wir, wie oben erwähnt, im Abschnitte „Tunnelbau“ besprechen, weil sie auf diesem Gebiete des Eisenbahnbaues die meiste Anwendung erfährt.

Die besonders in Amerika zu Zwecken des Eisenbahnbaues hochentwickelte „maschinelle Grabearbeit“ war auf der Ausstellung nebensächlich, und zwar als Einrichtung pneumatischer Fundirungen vertreten; indirect boten die Excavateurs der Donauregulirung ein grossartiges Bild maschineller Erdarbeit.

Die maschinelle Grabearbeit hat drei Stadien zu durchlaufen, nämlich *a)* das Lösen des Bodens, *b)* das Auffassen des gelockerten Bodens und *c)* das Heben desselben durch die Fördergefässe, und es wird naturgemäss diejenige Maschine die vollkommenste sein, welche alle diese drei Arbeitsarten besorgt.

Als Ausgangspunkt für das Lösen des Bodens ist unbedingt der Pflug zu betrachten, und thatsächlich ist das gewöhnliche Anpflügen des Erdbodens zu Zwecken eines Eisenbahnbaues im zähen, lehmigen und lettigen Boden statt des Aufhackens schon vielfach in Anwendung begriffen, und werden selbst von dem Eisenbahningenieur die Fortschritte des Dampfpflügens mit fachlichem Interesse verfolgt.

Das Pflügen selbst ist jedoch nur eine einzelne Stufe in der ganzen Arbeit der Gewinnung, und hat man bekanntlich vielfach sich mit Maschinen befasst, welche, nach dem Vorbilde des Flussbagger, alle drei vorgenannten Stadien der Gewinnung im trockenen Erdreiche durchlaufen; wir weisen auf die Maschinen von Wickham, Gervais, Bauer, Provines, Cave und Claparede, Beardlei, Drevigthick, Sage und Alger, Story und Lynde, ferner auf die Excavateurs von Dirnbar, Woodford, Couvreux, besonders aber auf den Apparat von Pluchets hin, welcher in der „Wiener Bauzeitung“, 1860, pag. 116, sowie auf einen anderen Apparat hin, welcher in demselben Jahrgange, pag. 24, dargestellt ist.

Vergleicht man mit diesen Apparaten jene, welche bei der Wiener Donauregulirung als Trockenbagger angewendet wurden, so gelangt man zu der Erkenntniss, dass zweierlei Constructionsarten vertreten sind.

Die eine Constructionsart, welche vielfach bei Eisenbahnbauten in Amerika angewendet wird und welche ich desshalb die amerikanische nennen möchte, besteht im Wesentlichen darin, dass ein auf dem Schienengeleise laufendes Wagengestelle das Locomobile und einen grossen, ausladenden Krahnarm trägt, welcher Arm im horizontalen Sinne sowohl, wie im verticalen Sinne bewegt, also im Kreise gedreht und gehoben und gesenkt werden kann; am Ende des Krahnarmes ist der Baggerkorb angebracht, der nun entweder, wie bei einem Handbagger, die Bewegung des Armes mitmacht, also das trockene Gebirge gleichsam einschöpft, oder aber mittelst Kette und Seil auf Grundlage des Krahnarmes die nothwendigen Bewegungen vollzieht. Ist der Korb gefüllt, so wird der Krahnarm bis zum Einladegefässe gedreht und dort durch Umstürzen entleert. Dieses Princip der Trockenbagger vertritt also die maschinelle Bewegung eines Handbaggers und ist im Wesentlichen den Krahnbaggern im Wasserbaue nachgebildet.

Das andere Princip der Trockenbagger, welches ich das französische nennen möchte, war während der Wiener Ausstellung bei den Donauregulirungsarbeiten vertreten; es besteht darin, dass von dem Wagengerüste, auf dem sich zugleich die Locomotive befindet, ein Krahnarm so weit ausgestreckt und gesenkt wird, bis der Endpunkt des Armes die Gewinnungsstelle erreicht; am Ende des Armes befindet sich ein Seilrad, welches mit einem anderen, an dem Wagengestelle befindlichen correspondirt; über beide Seilräder laufen Ketten ohne Ende, und an diesen Ketten sind die Baggerkörbe befestiget.

Der Trockenbagger ist also ähnlich wie der ausladende continuirliche Flussbagger construirt, und wird das Bodenmaterial in Streifen gewonnen, welche parallel zur Geleiseachse liegen; in dem Maasse, als der ganze Apparat auf dem Geleise langsam vorgeschoben wird, wird auch der Streifen gewonnen. Das auf diese Art gelöste und gehobene Material fällt beim Umkippen der Körbe auf eine Rutsche und von da direct in die Transportgeräthe, welche auf dem zweiten Geleise stehen.

Die bei der Donauregulirung angewendeten Bagger enthielten zum Zwecke des Aufritzens des Materiales und des Zerreissens der

Wurzeln: zwischen den Baggerkörben hakenförmige Messer, welche die Gewinnung des Bodens wesentlich erleichterten.

Wie wichtig nun auch die auf dem Gebiete der Grabemaschinen bisher erzielten Erfolge sind, so kann man doch behaupten, dass die betreffenden Constructionsweisen noch an einem wesentlichen Uebelstande leiden, und zwar daran, dass der Baggerkorb schneidet, füllt und hebt; und konnte man gerade bei der Donauregulirung das mühsame Einschneiden des Baggerkorbes in den trockenen Boden genügend studiren und die Langsamkeit der Arbeit, sowie die zahlreich umherliegenden devastirten Körbe bemerken.

Von selbst drängt sich die Idee auf, dass die Trockenbagger französischer Construction wegen der Continuirlichkeit der Arbeit denen der amerikanischen Construction vorzuziehen sind, dass jedoch diesen französischen Baggern noch ein Instrument einzufügen ist, welches den Boden aufschneidet und aufwirft. Als ein solches Instrument eignet sich die Pflugschar, und um mir die Priorität einer derartigen Construction zu wahren, bemerke ich, dass ich für Zwecke von Eisenbahnbauten bereits im Jahre 1871 einen Trockenbagger (Excavateur) construirt habe, bei welchem zwischen zwei Körben eine Pflugschar eingeschaltet war und welcher derartig bewegt werden konnte, dass der nacn dem Böschungsmaasse gerichtete Krahnarm sich in einem Winkel von 180 Grad in der Horizontalebene bewegen, also rechts und links die Böschungen ausschneiden und in concentrischen, kegelförmigen Scheiben vor Ort des Einschnittes vordringen konnte; diese Einrichtung gestattet nämlich den ganz wesentlichen Vortheil, dass das Transportgefäss hinter der Baggermaschine stehen und bei jeder Krahnstellung gefüllt werden, die Grabemaschine also auch in eingeleisigen Einschnitten angewendet werden kann.

Die von mir angestrebte Einschaltung von Pflugscharen zwischen die Baggerkörbe ward auch später von anderer Seite projectirt, und ich verweise in dieser Hinsicht auf das Project eines Patentexcavateurs, welches in der „Deutschen Bauzeitung“ (Nr. 35, 1875) näher dargestellt ist und welches, auf dem Principe des Dampfpflügens beruhend, die Förderkörbe mit einer pflugscharartigen Vorschneide versieht.

Die Zukunft der Excavateurs wird unbedingt eine sehr bedeutende sein, weil mittelst dieser Apparate die Zeit und die Kosten der Erdarbeiten ganz ungemein vermindert werden, wie dies die Trockenbaggerung an der Donauregulirung sehr deutlich lehrte.

IV. Capitel.

Sprengmittel.

§. 1. Ihre Vertretung auf der Ausstellung.

Die wichtigen Hilfsmittel der Felsarbeit, die Sprengmittel (Zünder und Sprengstoffe), waren auf der Ausstellung, getreu dem ausserordentlichen Fortschritte in diesem Fache, zahlreich vertreten, und gebührt insbesondere der österreichischen Firma Mahler & Eschenbacher das grosse Verdienst, eine höchst interessante Zusammenstellung aller fortschrittlichen Geräthe, Apparate und Stoffe auf dem Gebiete der Sprengtechnik gebracht zu haben.

1. Collectivausstellung für Sprengwesen von Mahler & Eschenbacher.

Die Gesammtausstellung dieser Firma enthielt unter Bezugnahme auf den Eisenbahnbau vornehmlich Folgendes:

a) Bohr- und Ladewerkzeuge, Ausstellung von Kottsieper zu Oberhausen an der Ruhr;

b) Zündschnüre, und zwar Schnüre von Bickford, von Havke und Martins, Bleizünder des k. k. technisch-administrativen Militärcomités und die raschbrennenden Zünder von Travniček endlich hierhergehörig, die Nobel'schen Zündkapseln;

c) Elektrische Zünder nach dem Systeme Abegg, Bornhardt, Ebner, Geitner, Siemens und Halske, Travniček und Schmidt; diese Zünder waren sehr instructiv durch die Durchschneidung derselben dargestellt;

d) Darstellung der Leitungen, namentlich jene von Bornhardt, welche 400 Unterbrechungen nachwies;

e) Elektrische Zündmaschinen, besonders jene von Ebner, Bornhardt, Abegg, Siemens und Halske, Marcus, Rumkorff

und die Maschinen des k. k. technisch - administrativen Militärcomités;

f) Patronen nach dem Systeme Eckstein;

g) Sprengstoffe: Nobel'sches Dynamit, Abels comprimirte Schiesswolle und Rohstoffe für die Dynamiterzeugung;

h) Bohrmaschinen von Larcher, von Tunkler und Burleigh;

i) Theorie und Literatur: Lauer, graphische Darstellungen der Sprengungen; Hess, Apparat für chemische Untersuchung des Dynamites, — Ladetabellen, — graphische Darstellungen gesprengter Materialien und der Sprengschüsse, — endlich diverse Werke aus der Literatur, welche auf die Sprengarbeit Bezug haben.

Wenden wir uns nach dieser generellen Beschreibung dieser completesten Collectivausstellung auf dem Gebiete der Sprengtechnik den einzelnen Ausstellungsobjecten aus dem Bereiche der Sprengmittel zu, so können die wichtigsten derselben in Folgendem hervorgehoben werden.

2. Zündschnüre.

Unter den Zündern nahmen die Zündschnüre die hervorragendste Stellung ein, und waren es besonders die Aussteller:

a) Bickford, Davey, Chanu & Comp. in Rouen (französische Abtheilung);

b) Bickford, Smitt & Comp. zu Tukingwill in Cornwall (englische Abtheilung);

c) Actiengesellschaft W. Eales & Comp.;

d) Louis Schuhmann in Riessenstein bei Meissen.

e) Henning und Brückner in Cöln bei Meissen (letztere drei in der deutschen Abtheilung); ferner

f) die schon erwähnten, im Pavillon von Mahler & Eschenbacher untergebrachten Schnüre von Havke und Martin und von Travniček;

g) T. Winborg und Liljeholmen in Stockholm;

h) Lindolen in Christiania, und

i) P. Heigl in Innsbruck,

welche durch ihre Erzeugnisse volle Anerkennung erregten.

Namentlich gilt das von der erstgenannten englischen Firma Bickford, Smitt & Comp., welche 26 Nummern weisse, rothe, gelbe, schwarze und Guttaperchaschnüre ausstellte, die von einer vorzüglichen Arbeit Zeugniss ablegten.

3. Maschinen für elektrische Zündung.

Das Vorzüglichste auf diesem Gebiete bot die schon genannte Collectivsammlung im Pavillon Mahler & Eschenbacher, in welcher Sammlung besonders die Bornhardt'sche Maschine und jene von Siemens und Halske hervorragten.

Näheres über diese Maschinen befindet sich im Ausstellungsberichte Gruppe XVI, Section 3, „Sprengtechnik“ von J. Lauer. Besonders hervorzuheben ist die Maschine von Bornhardt, herzoglicher Hofmechaniker in Braunschweig, welche in einer interessanten Broschüre mit erläuternden Zeichnungen, „Notizen über die Patent-Zünd-Elektrisirmaschinen“, Braunschweig, Vieweg und Sohn 1873, näher beschrieben ist.

4. Elektrische Zünder.

Die wichtigsten diesfälligen Ausstellungsobjecte waren ebenfalls im Pavillon Mahler & Eschenbacher gesammelt und wurden schon früher erwähnt; zu bemerken ist hierbei, dass auf dem Gebiete des Bergbaues die Abegg'schen Zünder am meisten verbreitet sind. Näheres hierüber befindet sich ebenfalls in dem genannten Berichte von Lauer, Heft 59, Gruppe XIV, Section 3.

5. Sprengstoffe.

Die imitirt ausgestellt gewesenen Sprengstoffe beschränken sich auf:

a) Gewöhnliches Sprengpulver, exponirt von verschiedenen Firmen, unter anderen: Güttler, Ritter, Actiengesellschaft vormals Gebrüder Voswinkel in Schlesien und Westphalen, Cooppal & Comp. in Belgien;

b) Sprengpräparat von P. Massip in Genf;

c) Schiessbaumwolle, ausgestellt im Pavillon von Mahler & Eschenbacher und im englischen Pavillon von H. Rifled-Barrel & Comp. zu London und Punshou & Comp. in London;

d) Dynamit, ausgestellt von A. Nobel & Comp. und von deren Commissionsfirma Mahler & Eschenbacher in Wien.

§. 2. Vielfältigkeit der Sprengstoffe.

Diese geringe Vertretung der Sprengstoffe ist ein beredtes Zeugniss, dass die ausserordentlich grosse Reihe von Explosivstoffen und diversen Pulversorten, wie sie in den letzten Jahren zahlreich in die Praxis des Gesteinssprengens eingeführt wurden, sich nur in beschränktem Masse bewährt hat.

Bekanntlich unterscheiden wir heute auf dem Gebiete der Sprengarbeit etwa die folgenden Sprengstoffe:

1. Das gewöhnliche Sprengpulver.

2. Gemengte Pulver (Mengung von gewöhnlichem Sprengpulver mit diversen anderen Stoffen, als Wurzelmehl, Sägespäne, Metallspäne, Getreidespreu, Kalk u. s. w.), welche Mengungen sich bekanntlich gar nicht bewährt haben.

3. Das Pulver von Davey, bei welchem die Kohle durch schleimige Substanzen ersetzt wird.

4. Lithofracteur, sogenanntes weisses Sprengpulver, neuestens verbessert von Krebs u. Comp., welches Pulver in Westphalen vielfach erprobt wurde und angewendet wird.

5. Schiesspulver von Schulze, bei dem der Schwefel fehlt und die Kohle durch Holz ersetzt ist.

6. Das Pulver von Küp zu Mühlheim an der Ruhr.

7. Das Pulver von Neumeier zu Taucha bei Leipzig, dem Küp'schen ähnlich.

8. Der Sprengsalpeter von J. W. Küchel in Butzbach, von hellgrauer Farbe und zackiger Oberfläche, erprobt mit ungünstigem Erfolge in den Eisensteinzechen im Reviere Osnabrück und in den Steinsalzbergwerken zu Stassfurt.

9. Haloxylin von Fehleisen in Cilli.

10. Saxifragin von Wynand in Brüssel.

11. Pulver von Newton.

12. Schiessbaumwolle.

13. Das Neuroxylin.

14. Fulminatin von Dr. Fux und Fulminatina (verbessertes Dynamit) von Candiani und Buffi.

15. Dualin von Dittmar in Charlottenburg. Nach den Versuchen auf der Friedrichsgrube, auf den Erzgruben des Oberharzes und auf der Zeche Piesberg bei Osnabrück mit ungünstiger, auf den Iselohner Galmeizechen mit günstiger und auf dem Kupferschieferbergbaue im Mannsfeld'schen und dem Steinsalzbergbaue zu Stassfurt mit recht befriedigendem Resultate erprobt.

16. Pyrolit von E. Wattler in Middlesborough.

17. Das Colonialpulver von August Wasserfuhr in Köln, ein dem Dualin nahezu gleich wirksames Pulver.

18. Patentsprengpulver von Volkmann.

19. Nitroglycerin von Nobel (veraltet).

20. Sprengpulver von Nobel, eine Mengung von gewöhnlichem schwarzen Sprengpulver mit Nitroglycerin (ebenfalls veraltet).

21. Dynamit von Nobel.

§. 3. Werth des Dynamites.

Ausser dem Schwarzpulver, dessen erste Anwendung zu bergmännischer Gesteinssprengung bis in das Jahr 1613 zurückdatirt, und ausser den sogenannten gemengten Pulvern, welche im Anfange dieses Jahrhundertes auftraten, sind die genannten übrigen Präparate bekanntlich alle neuesten Ursprunges und in ihrer Mehrheit erst durch die geistige Concurrenz entstanden, welche die Nobel'sche Erfindung hervorgerufen hat.

In der Sprengarbeit sind Comparativversuche mit verschiedenen Sprengstoffen ganz ausserordentlich schwierig und erfordern die strengste Neutralität des Ingenieurs, weil selbst in einer Grube, in einem und demselben Felseinschnitte die Sprengfähigkeit des Gesteines eine sehr vielfältige sein kann.

In dieser Thatsache ruht auch die ungemeine Verschiedenheit des Urtheiles über die Sprengstoffe, zu welcher noch die individuelle Anschauung und Reclame wesentlich beitragen kann; auch darf man bei den Vergleichungen anderer Präparate mit dem Schwarzpulver niemals die Qualität des Letzteren übersehen, welche Qualität bekanntlich in den verschiedenen Ländern eine sehr unterschiedliche ist und namentlich dort hervortritt, wo die freie Concurrenz der Fabrikanten gegenüber dem Monopole der Staaten besteht.

Selbst aber in Erwägung aller dieser Verhältnisse sind die Erfahrungen über die Brauchbarkeit der verschiedenen Sprengstoffe doch allgemein dahin gediehen, dass das Nobel'sche Dynamit gegenwärtig als der kräftigste Sprengstoff anerkannt wird, und dass in der Mehrzahl der Fälle die hervorragende Sprenggewalt des Dynamites gegenüber dem Schwarzpulver seinen hohen Preis zulässig macht.

Bekanntlich hat Nobel mit ausserordentlichen Schwierigkeiten gekämpft, um seine Nitroglycerinpräparate einzuführen, und gerade die Ueberwindung dieser Schwierigkeiten ist mit ein Zeugniss für die hervorragende Qualität des Präparates.

Bei der ausserordentlichen Bedeutsamkeit des Dynamites möchte es nicht ohne Interesse sein, hier (grösstentheils nach Mittheilungen des Herrn Trautzl) der historischen Entwickelung und Durchbildung dieses Sprengstoffes in Kürze zu gedenken, zumal wir aus dieser Geschichte wieder deutlich wahrnehmen können, wie unendlich aufregend, mühsam und wie zeitraubend die Geltendmachung einer wichtigen Erfindung ist.

Bekanntlich hat Grove's galvanische Salpetersäurebatterie den Anstoss zu jenen Untersuchungen gegeben, auf welche die Fabrication der explosiven Nitroverbindungen, welche heute eine so grosse Rolle in der Sprengtechnik spielen, sich gründet. — Nachdem Schönbein diese Untersuchungen aufnahm, wurde er zu einer praktischen Methode der Schiesswolle-Erzeugung geführt (1846), welche ihren Vorläufer in der Entdeckung von Pelouze (1838) fand und die in der Hauptsache noch heute für die Fabrication aller explosiven Nitroverbindungen giltig ist. Angeregt durch die Discussion über Schönbeins Untersuchungen machte Sobrero in Paris analoge Experimente mit Dextrin, Zucker, Glycerin etc. und entdeckte dabei das Nitroglycerin (1847).

Vor etwa 30 Jahren also waren schon die beiden mächtigen Rivalen Schiesswolle und Nitroglycerin auf dem Gebiete der Sprengtechnik, welche heute nach allen Seiten das Schwarzpulver verdrängen, bekannt und ebenso der Hauptsache nach auch ihre Erzeugungsweise.

Die Hoffnungen indess, welche man auf dem Gebiete der praktischen Ingenieurkunst diesen Stoffen zuwandte, und welche

durch die Rede Herschels vor der Brittish-Association schon 1846 zum Ausdrucke gelangten, schienen freilich bald für immer begraben werden zu sollen. Die Schiesswollfabrication, von den grössten Staaten Europas mit kräftigster Unterstützung der Regierungen begonnen, wurde wieder in kurzer Zeit fallen gelassen, nachdem eine Reihe unerklärter Explosionen in Fabriken und Magazinen vorgekommen und so das Vertrauen in die Stabilität des Materiales völlig erschüttert war. Wenige Jahre nach der Entdeckung der Schiesswolle war auch schon allerwärts, ausser in Oesterreich, deren Erzeugung eingestellt, und auch Oesterreich liess endlich (1865), nachdem es sehr grosse Opfer gebracht, den neuen Sprengstoff fallen, als 1862 und 1865 zwei Magazinsexplosionen die Unzuverlässigkeit der Schiesswolle bewiesen hatten. Sobrero's Entdeckung war gleich ursprünglich fast vollständig vergessen worden, höchstens, dass es in der Medicin eine beschränkte Anwendung fand. Erst 1854 tauchte in Russland ernstlich die Idee auf, Nitroglycerin als Sprengmittel zu verwenden; indess wurden die betreffenden Versuche in Folge eines Unglückes wieder sistirt. Erst 1863 liess General Todleben durch den damaligen Oberst Petruschewsky neuerdings die Versuche mit Nitroglycerin aufnehmen, ohne dass aber auch diesmal bedeutende praktische Resultate erreicht wurden. Zur selben Zeit gelang es dem Schweden Alfred Nobel, eine praktische Methode der Erzeugung des Nitroglycerins im Grossen und zugleich eine einfachere, sichere Zündungsweise des Nitroglycerins, die bis dahin vergebens gesucht worden war, zu finden. Diese letztere Entdeckung Nobels, die sogenannte Detonationszündung, bildet den Ausgangspunkt einer völligen Revolution auf dem Gebiete der Explosivkörper. Ihre Grundlage bildet folgendes Erfahrungsresultat: Eine grosse Zahl von Explosivstoffen, durch Flammen oder glühende Körper entzündet, kommt — besonders wenn ein fester Einschluss mangelt — nicht zur Explosion, sondern brennt ruhig ab; bringt man aber in die zu explodirende Masse eine kleine Menge eines kräftigen Knallsatzes, z. B. wenige Zehntelgramme Knallquecksilber, die beispielsweise in einem Kupferhütchen (ähnlich wie Gewehrkapseln) eingeschlossen sind, so bringt die Detonation dieser kleinen Menge

die Explosion einer beliebig grossen Ladung gewisser Explosivstoffe, zu denen auch Nitroglycerin und Schiesswolle gehören, mit sich.

Das Nitroglycerin fand rasch die ausgebreitetste Anwendung im praktischen Bergbaue, als eine Reihe furchtbarer Unglücksfälle (1866) dessen Unverlässlichkeit im Transporte bewiesen und fast alle Staaten zu Prohibitivmassregeln veranlassten, welche auch diesen Sprengstoff, ebenso wie seinen Nebenbuhler Schiesswolle, für immer von der praktischen Anwendung auszuschliessen schienen.

Derselbe Zeitpunkt, 1866, an dem Schiesswolle und Nitroglycerin für immer vom Schauplatze der Sprengtechnik zu verschwinden schienen, sollte jedoch sonderbarerweise fast unvermittelt zur chronologischen Ausgangsstelle der ausgedehntesten Verwendung beider Explosivstoffe (wenn auch in veränderter Form angewandt) werden.

Abel, der Director des chemischen Laboratoriums in Woolwich bei London, machte durch einige Modificationen des von dem österreichischen General (jetzigen Feldmarschalllieutenant) Baron Lenk eingeführten Fabricationsprocesses und durch praktische Verwerthung der Nobel'schen Detonationszündung die Schiesswolle zu einem Sprengstoffe, der alle Anforderungen an ein Sprengmittel in Bezug auf Sicherheit und Stabilität genügend erfüllte und zugleich durch seine hohe Kraft gegenüber dem Schwarzpulver in wichtigen Zweigen der Militärtechnik und auch in der Civilpraxis so grosse Vortheile bot, dass eine in grossem Massstabe angelegte Fabrik in England den reichsten Absatz fand. Gleichzeitig fand A. Nobel ein Mittel, die Gefahren des flüssigen Nitroglycerins dadurch zu vermeiden, indem er diesen Sprengstoff durch poröse Körper aufsaugte und so Pulver von teigiger, plastischer Beschaffenheit erhielt, welche mit einer dem reinen Nitroglycerin nahekommenden Kraft zugleich eine das alte Sprengpulver übertreffende Sicherheit im Transporte, der Lagerung und im Gebrauche besitzen.

Diese neuen Sprengstoffe, „Dynamite“ genannt, haben rasch die ausgedehnteste Anwendung gefunden, und haben die seit 1867 eingeführten Fabriken (circa 20) folgende Quantitäten erzeugt:

Jahr	1867	1868	1869	1870	1871	1872	1873	1874	1875
Zollctr.	220	1 560	3.700	8.480	15.700	27.000	41.000	62.400	80.000

Der jüngste Fortschritt in der Sprengstofferzeugung, der besonders für die Sicherheit im Transporte während der Magazinage und für Unterwassersprengungen von hoher Wichtigkeit ist, wurde 1870 von dem österreichischen Geniehauptmanne J. Trauzl gemacht. Er fand, dass eine kräftige Detonationszündung die Eigenschaft besitze, noch Sprengstoffe zur Explosion zu bringen, wenn denselben auch durch Beimengung von bestimmten Stoffen (Wasser, Glycerin, wasserhältige Salze etc.) die Zündfähigkeit (Brennfähigkeit) vollkommen benommen sei; Trauzl fand auch gleichzeitig, dass bestimmte organische Aufsaugstoffe mit Nitroglycerin getränkt, in Wasser vollkommen unverändert bleiben.

Professor Abel verwerthete Trauzls Entdeckung für Schiesswolle, indem er diese mit 15 bis 20 % Wasser anwandte und dadurch den gefährlichen Trockenprocess ersparte; Trauzl selbst ersetzte das Nobel'sche Kieselguhrdynamit durch das Cellulosedynamit, welches jenes bei gleichem Preise an Kraft übertrifft, vollständige Sicherheit bei Verwendung in Wasser oder nassem Gestein besitzt und sich im nassen Zustande transportiren und aufbewahren lässt.

Für die Sprengtechnik kommen also heute ausser dem alten Schwarzpulver noch die verschiedenen Dynamite und für specielle, insbesondere bestimmte militärische Zwecke (Torpedos) die Schiesswolle in Betracht.

In dem ganzen, höchst schwierigen Einführungsprocesse des Dynamites haben sich unsere Landsleute, die Herren Mahler und Eschenbacher und die Ingenieure Trauzl, Lauer und R. v. Pischof grosse Verdienste erworben, und sind namentlich die schriftstellerischen Leistungen des Herrn Trauzl bahnbrechend gewesen.

Es erübrigt uns nun noch hier, wo es sich darum handelt, die Fortschritte in unserem Fache zu kennzeichnen, eine Vorführung zahlenmässiger, übersichtlicher Resultate zu geben, welche mit dem Sprengstoffe „Dynamit" gewonnen wurden.

Bekanntlich gebührt Oesterreich das Verdienst der eigentlichen Einführung des Dynamites in die Praxis der Sprengarbeit, und ist es insbesondere der gegenwärtige k. k. Hofrath R. v. Pischof gewesen, welcher seinerzeit beim Baue der Wien-Brünner Linie der Staatsbahn, im Auftrage des Baudirectors R. v. Ruppert, die ersten ausgedehnten Vergleichsversuche zwischen Dynamit und

Schwarzpulver ausgeführt und damit den Reigen der Verwendung dieses Sprengstoffes in der Ingenieurbaukunst durchschlagend eröffnet hat.

Der Buchenberg-Einschnitt bei Eibenschütz bot folgende Sprengresultate:

Versuche von Pischof im Buchenberger Einschnitte der Linie Brünn-Wien der Staatsbahn.

(Die Resultate sind reducirt auf 1 Kubikklafter = 6.821 Kubikmeter.)

Benennung der Felsart und des Versuches	Anwendung von Schwarzpulver	Anwendung von Dynamit	Ersparniss durch Dynamit
I. Mittelharter Syenit			
a) Bohrlochstiefe (in Fuss pro Kubikklafter)	24	15	
b) Sprengmittel (Pfund pro Kubikklafter)	6.0	2.5	
c) Gesammtkosten (pro Kubikklafter in Gulden ö. W.) . .	19.28	12.60	33 %
II. Fester Syenit oder Granit.			
a) Bohrlochstiefe (Fuss) . . .	48	28	
b) Sprengmittel (Pfund) . . .	9.0	3.5	
c) Gesammtkosten (Gulden) . .	48.00	27.95	42 %
III. Feldspat oder Quarz.			
a) Bohrlochstiefe (Fuss) . . .	65	35	
b) Sprengmittel (Pfund) . . .	20	6	
c) Gesammtkosten (Gulden) .	108.80	59.57	45 %

Sehr umfassende Versuche, welche in der amtlichen Zeitschrift „für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen im preussischen Staate“, XX. Band, pag. 356 veröffentlicht sind, wurden auf den Eisensteingruben bei Hamm an der Sieg im rheinischen Oberbergamts-

bezirke mit verschiedenen Sprengmitteln ausgeführt; dieselben ergaben folgende Reihe der Wirkungsgrade der Sprengstoffe:

1	Gewöhnliches Salpetersprengpulver	1
2	Extra beste Sorte desselben mit höherem Salpetergehalte und Faulbaumkohle, Firma L. Ritter zu Hamm .	3
3	Dualin .	5
4	Lithofracteur	5
5	Coloniapulver	5—6
6	Dynamit	6—7

Weitere Comparativversuche zwischen Dynamit und gewöhnlichem Sprengpulver sind die folgenden:

Schachtteufen auf den Staatswerken bei Saarbrücken.

(„Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen", XX. Band, pag 354.)

Beobachtung	Schwarzpulver	Dynamit	Ersparung
Abteufen pro Monat in Lachtern . .	5	$5^2/_3$	
Löhne und Materialien pro Lachter Schachtteufe in Thalern	170	102	40 %

Vergleichsversuche über den relativen Werth des Dynamites und des Schwarzpulvers.

(Nach J. Trauzl: „Explosive Nitrinverbindungen etc.", Wien 1870, pag. 152.)

Gesteinsgattung	Ort der Sprengung	Steingewinn in Pfunden à Pfund	
		Pulver	Nitroglycerin
Granit . .	Tyksbarger Berge (Schweden)	—	150.000
Dolomit .	Moresnet bei Aachen .	—	110.000

Gesteinsgattung	Ort der Sprengung	Steingewinn in Pfunden à Pfund Pulver	Steingewinn in Pfunden à Pfund Nitroglycerin
Kalkstein	Völksen (Hannover) .	—	120.000 } 105.000
	Moresnet	—	90.000 }
	Dover . . } England	85.000 }	
	Antrim . } England	45.000 } 50.000	
	Plymouth . } England	22.000 }	
Marmor . .	Brunn (Niederösterreich)	25.000	
Sandstein	Engelsberg (Niederösterreich)	50.000	
	Tunbrydge (sehr hart) .	32.000	
Basalt . .	Antrim (England) . .	32.000	
Conglomerate .	East Dunmore	14.280	
	Londonberry Railway .	22.400	
	Eisleben (Rothliegendes)		300.000
Grauwacke	Oberharz		54.000
Schiefer .	Penrhyn (Nordwales)		380.000
	Mittelwerthe	32.000	170.000

Diese Tabelle muss ebenso wie die folgende mit besonderer Vorsicht aufgenommen werden, weil einerseits die Versuche nicht im gleichen Gesteine vorgenommen wurden und anderseits (folgende Tabelle) der Unterschied zwischen ein- und zweimännischer Bohrarbeit obwaltet.

Versuche auf der Grube Eureka am Oberen See in Nordamerika.

(„Berggeist", 1873, Nr. 52.)

	Dynamit	Pulver
I. Einmännische Bohrarbeit.		
Monatlicher Fortschritt im Querschlage, Fuss .	40	
Gesammtkosten des Querschlages pro laufenden Fuss in Dollars	14.38	
II. Zweimännische Bohrarbeit.		
Monatlicher Fortschritt im Querschlage in Fussen		21
Gesammtkosten pro laufenden Fuss des Querschlages in Dollars		23.39
Ersparung zu Gunsten des Dynamites = $38^3/_4$ %		

Anderweitige Resultate von Vergleichsversuchen sind im Folgenden dargestellt:

a) Richardschacht auf Duttweiler Jägersfreude bei Saarbrücken.

Die Schachtteufung kostete pro Kubikklafter (nach Trauzl) bei Dynamit 31 Thaler, bei Schwarzpulver 44 Thaler; die Ersparung betrug demnach über 30 %, und war der Fortschritt der Teufung bei Dynamitverwendung doppelt so gross, als bei der Verwendung von Schwarzpulver.

b) Pruhonschacht in Böhmen. (Nach Trauzl.)

Eine laufende Klafter Schachtabteufung kostete bei Schwarzpulver 120 bis 150 fl. und bei Dynamit 80 bis 90 fl.; der Fortschritt pro Monat verhielt sich dabei wie 4 Klafter zu 6 bis 7 Klafter.

c) Gross-Theresia Tagebau in Morawitza. (Bericht der k. k. Staatseisenbahn-Gesellschaft.)

Bei den grossen Minensprengungen warf 1 Pfund Schwarzpulver 5484 Pfund Erz und feste Felsmasse, und 1 Pfund Dynamit 19.040 Pfund; die Wirkung des Dynamites zu Sprengpulver verhielt sich daher wie $3._7$: 1.

d) Versuche in festem Schwefelkies. („Bulletin de l'industrie minéral.")

Ein Kubikmeter Auffahrung kostete bei Dynamit .. 13·277 Frcs.
ein Kubikmeter Auffahrung bei Schwarzpulver ... 19·071 „

e) Versuche im Hoosactunnel in Amerika.

Einen Kubikmeter Gestein im Stollen zu sprengen, benöthigte $2._{24}$ bis $2._{52}$ Kilogramm Nitroglycerin, während dasselbe Gestein pro Kubikmeter im Stollen $3._{92}$ bis $4._{26}$ Kilogramm Pulver benöthigte. —

Aus diesen Tabellen ist die ungleich grössere Wirkung des Dynamites gegenüber dem Schwarzpulver deutlich zu erkennen und neben der Constatirung dieses Werthes des Dynamites noch hervorzuheben, dass das Dynamit wegen seiner Brauchbarkeit unter Wasser, wegen des durch ihn zulässigen schwächeren Gebohres und wegen des Wurfes grösserer Sprengkörper selbstver-

ständlich auch noch ausserordentlich an Gewinnungszeit spart, so dass die Anwendung des Dynamites auch wesentliche Verkürzungen der Bautermine (z. B. St. Gotthardtunnel) hervorgerufen hat.

Der Uebelstand des Dynamites, dass seine Gase den Organismus wesentlich belästigen, kann den Gebrauch dieses vortrefflichen Sprengstoffes nicht beeinträchtigen, weil die Ventilationsmaschinen unserer Zeit reichliche Abhilfe bieten.

Ueber chemische Zusammensetzung, Aufbewahrung, Transportirung und Gebrauch des Dynamites, sowie Näheres über ausgestellte andere Sprengstoffe verweise ich auf die Specialberichte von Dr. Gintel (Heft 34, Gruppe III, Section 5) und von Brunner, Lauer und Zinner (Heft 59, Gruppe XVI, Section 3).

V. Capitel.

Minensprengung.

Einer der wesentlichen Fortschritte auf dem Gebiete der Felsarbeiten ist die Sprengung grosser Massen durch Minen, und unterscheiden wir Minensprengungen unter Wasser und Minensprengungen auf trockenem Lande.

§. 1. Minensprengung unter Wasser.

Die Ausstellung bot eines der interessantesten Beispiele von Minensprengung durch ein Modell der Galerien, welche zur Wegsprengung der Felsenvorsprünge im Hafen von Newyork nach dem Systeme von John Newton unter Wasser getrieben werden. (Abtheilung Amerika.)

Unter der vielfachen Literatur über diesen Gegenstand verweisen wir auf: C. O. Gleim, „Sprengungen zur Verbesserung des Fahrwassers im Eastriver bei Newyork"; „Zeitschrift des Architekten- und Ingenieurvereines zu Hannover", 1872, pag. 222; ferner „Freilegung des Hell-Gate" in der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, 1872, pag. 383.

Die Arbeit dieser Felsensprengung ist ein derartig hochinteressantes technisches Unternehmen, dass es geboten erscheint, dasselbe hier in Kürze zu beschreiben, zumal Felsensprengungen unter

Wasser nur zu oft das Gebiet des Eisenbahnbaues bei den Flussregulirungen berühren.

Die Verbesserung des Fahrwassers von Newyork, welches nach der Congresspetition von 1867 einen jährlichen Schaden von 1 Million bis 2 Millionen Dollars verursacht, war schon im Jahre 1845 ein Bestreben der Kaufmannschaft von Newyork.

Ein französischer Ingenieur, Namens Maillefert, hatte es im Jahre 1851 unternommen, die drei gefährlichsten Felsriffe Potrock, Frying-Pan und Way's-Reef für den Betrag von 15.000 Dollars zu beseitigen; es war ihm diese Arbeit jedoch nur theilweise gelungen, und er musste sie vorzugsweise aus finanziellen Rücksichten, und nachdem er 62.288 Pfund Pulver in 530 Ladungen verschossen hatte, einstellen.

General Newton nahm die Sache nach dem Bürgerkriege im Jahre 1866 wieder auf, und der Congress, mehrfach petitionirt, bewilligte im Juni 1868 neuerlich 85.000 Dollars, um die Riffe am Hell-Gate nur einigermassen zu beseitigen.

Unter den eingegangenen Offerten, welche zwischen 38.000 und 500.000 Dollars variirten, erhielt der Unternehmer Shelbourne aus Newyork den Zuschlag. Sein Project bestand darin, dass er mit Taucherglocken auf den Grund gehen und dort mit Diamantbohrern, welche durch die Glocke emporragten, die Löcher herstellen wollte.

Der Apparat arbeitete gut, die Sache scheiterte jedoch daran, dass man die Glocke bei den heftigen Strömungen auf den zackigen Felsspitzen nicht sicher aufstellen konnte.

Man construirte nunmehr eine neue, schwerere Glocke von $10._{67}$ Meter Höhe, $8._{23}$ Meter unterem Durchmesser und 560 Centner Gewicht. In diesem Gehäuse wollte man mit Stossbohrern arbeiten; Shelbourne hatte jedoch das Unglück, dass die eben aufgestellte Glocke schon am ersten Tage von einer Brigg, einem Schleppdampfer und einem Canalboote angelaufen und zertrümmert wurde; er gab schliesslich mit einem Schaden von 20.000 Dollars die Arbeit auf, und man schloss neuerlich mit Maillefert einen Vertrag, um die hinderndsten Stellen am Way's-Reef und am Shell-Drake auf $5._{3}$ Meter, respective $5._{7}$ Meter Tiefe zu beseitigen.

Diese ausgeführte Arbeit machte jedoch die Fahrstrasse noch nicht frei, und der Congress bewilligte am 10. April 1869 neuerlich 178.200 Dollars.

Newton kam nun nach den bisherigen Erfahrungen auf die Idee, den Felsen unterirdisch zu sprengen — eine Idee, welche indess nicht zum erstenmale gefasst wurde, weil ich schon im Jahre 1867 projectirt hatte, die Felsen im Binger Loch am Rhein durch Unterminirung vom Ufer aus zu sprengen, und weil bereits im Jahre 1868 der General Alexander den Blossom-Rock auf diese Art zu sprengen projectirt hatte. Die Sprengung des Blossom-Rock, welche anfänglich durch frei aufliegende Minen versucht wurde und welche einen Kostenaufwand von 425 Francs pro Kubikmeter verursachte, wurde im Jahre 1870 thatsächlich unterirdisch durchgeführt. Fr. Schmidt, welcher diese Sprengung leitete und mittelst eines blechernen Senkschachtes von $1{\cdot}_{58}$ Meter D. durch das Wasser in den Felsen drang, stellte Pfeilergalerien von $42{\cdot}_{7}$ Meter Gesammtlänge, $18._{3}$ Meter Breite und $3._{66}$ Meter Höhe her und führte die Sprengung mittelst 20.000 Kilogramm Pulver am 23. April 1870 durch. —

Die Arbeit Newtons wurde nun damit begonnen, dass innerhalb des Fluthwechsels ein Fangdamm von $95._{5}$ Meter Länge in Fünfeckform hergestellt und unter dem Schutze desselben ein geräumiger Schacht niedergeteuft und aus demselben 10 Stollen, nach allen Richtungen des Felsens divergirend, getrieben wurden; man taufte diese Stollen nach den Namen bedeutender Amerikaner und benannte sie: Farragut, Madison, Humphrey, Hoffmann, Shermann, Jefferson, Grant, M'Clellan, Franklin und Jackson.

Diese Stollen werden mit halbkreisförmig laufenden, parallelen Querschlägen verbunden, und es wird demnach der ganze Felsen in einer solchen Weise unterminirt, dass nur eine geringmächtige Decke ober den Stollen und Querschlägen stehen bleibt, welche auf den gleichfalls stehengebliebenen Pfeilern ruht.

Die Mächtigkeit der Firststärke richtet sich nach den genauen Peilungen.

Nach der Unterminirung des betreffenden Riffes ist die Gesammtsprengung projectirt, welcher die verhältnissmässig leichte Beseitigung der Steinpfeiler zu folgen hat.

Die Bohrung der Galerien erfolgte anfänglich mit Handarbeit, später mit Bohrmaschinen; das Sprengen wurde anfänglich mit Dynamit, später jedoch mit Nitroglycerin bewerkstelliget, weil das erstere zu viel Zerspaltung der Decke verursachte.

Obzwar über das ganze Verfahren noch keine endgiltigen Resultate vorliegen, so muss man es doch jetzt schon als ein technisch sehr rationelles bezeichnen, welches besonders im Flussbaue desshalb Zukunft hat, weil es die Versperrung der Schifffahrt beseitigt, weil es unbedingt billiger ist, als das Bohren und Schiessen von der Oberfläche des Wassers aus, weil es viel rascher zum Ziele führt und weil es endlich in viel billigerer Weise eine grössere Vertiefung der Fahrstrasse ermöglicht, als Solches mit Schüssen von der Oberfläche aus geschehen kann.

Die Kostspieligkeit der bisherigen Sprengungen unter Wasser mag aus folgenden Beispielen erhellen:

a) Unterseeische Sprengungen im Hafen von Croisic („Annales de ponts et chaussées", 1848, Nr. 195.) In vier Monaten wurden 181.1 Kubikmeter Felsen mit einem Kostenaufwande von 5917.5 Francs unter Wasser gesprengt. 1 Kubikmeter kostete daher 29.59 Francs, jedoch ohne die Beschaffung der Dampfmaschine und der Bohrapparate, welch' letztere sehr complicirt waren und einen Werth von wenigstens 24.000 Francs repräsentirten; einschliesslich dieses Werthes würde der Kubikmeter etwa 166 Francs gekostet haben.

b) Felsensprengung unter Wasser im offenen Meere vor dem Hafen von Boston. („Zeitschrift für Bauwesen", 1868, pag. 441.) Die hindernden Felsen Tower-Rock und Corwin-Rock vor Boston hatten bei Ebbe nur 16 bis 18½ Fuss Wasser über sich. Sie wurden im Jahre 1867 gesprengt, und kosteten 3000 Centner Steine (circa 60 Kubikmeter lose Masse = circa 40 Kubikmeter gewachsene Masse) 5194.71 Dollars, 1 Centner Stein 1.73 Dollars; also ungefähr 1 Kubikmeter gewachsene Masse 129.8 Dollars. Zum Vergleiche diene, dass von demselben Gesteine in Steinbrüchen die Gewinnung 1 Dollar pro Tonne, also pro Kubikmeter circa ¼ Dollars kostete; das heisst, die Sprengung unter Wasser ist etwa 35mal theuerer, als die auf trockenem Lande.

Bei den hier angegebenen Gewinnungskosten ist die Beschaffung des Apparates nicht berücksichtigt.

c) Sprengung des Felsens „la Rose" im Hafen von Brest. Diese im „Organ",1859, durch Bömches und im „Civilingenieur", 1864, von Verier beschriebene Sprengarbeit führte zu folgenden Erfahrungen:

375 Kilogramm Pulver sprengten 45 Kubikmeter feste = 60 Kubikmeter lockere Masse; die Ausgaben betrugen (nach Bömches) während 30 Tagen Arbeitszeit Lohn = 535 Francs, 7 Blechpatronen = 141 Francs, Zünder = 26 Francs, 375 Kilogramm Pulver = 420 Francs; in Summa 1122 Francs, also pro Kubikmeter = 25 Francs und mit Diversen circa 30 Francs. Im harten Gneis wurden bei den ersten Sprengungen 8·89 Kilogramm Pulver pro 1 Kubikmeter verbraucht. Verie· berichtet über umfangreichere Erfahrungen. Er gibt die gesammte gesprengte Gneismenge mit circa 2000 Kubikmeter im gewachsenen Zustande an und verzeichnet 25.872 Kilogramm Pulververwendung (12·93 Kilogramm pro Kubikmeter) und eine Gesammtausgabe von 69.646 Francs, also von 34·8 Francs pro Kubikmeter anstehendes, sehr festes Gestein. Es wurden im Ganzen 86 Minen unter 9·5 Meter Wasserdruck gezündet.

d) Zur Orientirung über die Kosten der Sprengungen unter Wasser dienen auch besonders die ausgezeichneten Arbeiten von Hartmann und Grund („Zeitschrift für Bauwesen", 1868, pag. 395, 547, 463), welche die unsäglichen Schwierigkeiten und den grossen Zeitaufwand der Felsensprengungen im Rheine schildern und welche über die Kosten der Felsensprengung unter Wasser folgende Auskunft geben.

Kosten der Felsensprengung im Rheine.

Zeitperiode	Unter Wasser entfernte Masse preussischer Kubikfusse	Ausgegebene Geldbeträge, Thaler	Kosten pro preussischen Kubikfuss, Thaler
1830—1832	—	—	7
1839—1841	—	—	$5^2/_8$
1850—1857	5.526	21.230	3.4
1858—1860	4.336	39.775	9.2
1861—1863	20.579	64.447	3.0
1864	12.429	17.796	1.4
1865	20.017	22.673	1.1
1866	21.020	20.140	0.96

In der Periode von 1850 bis 1866 wurden also 83·907 Kubikfuss mit dem Gesammtbetrage von 186·738 Thaler gelöst; es kostete daher der Kubikfuss rund 2·2 Thaler.

Wird die Periode von 1850 bis 1857 ausgeschieden und nur jene von 1858 bis 1866 betrachtet, weil in dieser letzteren die Bohrmaschinenarbeit vorwaltete, so entfällt pro Kubikfuss nur 2·06 Thaler; also ein Preis von 682·2 Gulden ö. W. pro Wiener Kubikklafter = 100 fl. pro Kubikmeter, ein Preis, welcher durch die unterirdische Auffahrung, die eine weit rationellere Vertiefung des Bettes erzeugt, ganz entschieden nicht erreicht werden würde.

§. 2. Minensprengung in Steinbrüchen und Bahneinschnitten.

Die zweite Kategorie der Minensprengungen, nämlich die der Beseitigung grosser Felsmassen auf trockenem Lande, war auf der Wiener Weltausstellung im Pavillon Mahler & Eschenbacher und im Hofe der italienischen Abtheilung durch Zeichnungen und Tabellen über die Form des Sprengkörpers und die Ladung der Oefen in höchst interessanter Weise vertreten.

Es wurde schon Eingangs erwähnt, wie wichtig diese Minensprengung für Zwecke des Eisenbahnbaues ist, und wir wollen

demgemäss hier eine kurze Mittheilung einiger diesbezüglich gewonnenen Erfahrungen vorlegen.

a) Tagebau Gross-Theresia in Morawitza. (Bericht der Staats-Eisenbahn.) 31 Centner Sprengpulver Minenladung ergaben 825 Kubikklafter sehr festen Gesteines; 840 Pfund Dynamit ergaben 400 Kubikklafter sehr festen Gesteines, welches 37 Fuss hoch anstand.

b) Felsensprengung am Sprechenstein bei Sterzing. („Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architektenvereines", 1867, pag. 63), Stollenlänge 32·5 Meter; 40 Centner Pulverladung warfen 9475 Kubikmeter; der Kubikmeter kostete daher Alles in Allem 34 kr.

Rechnet man die Zerkleinerung mit 32 kr., so stellte sich der Kubikmeter festen Felsens auf 66 kr., während er bei dem gewöhnlichen Einschnittsbetriebe auf 1 fl. 40 kr. zu stehen kam.

c) Mine im Kalkfelsen von Minera in Nordwales. Felsenhöhe 100 Fuss, Ladung 20 Centner Sprengmasse von Curtis und Hervey, Erfolg 10.000 bis 12.000 Kubikmeter Zerkleinerung.

d) Minensprengung an der westphälischen Staatsbahn. (Henz—Streckert, 1874, pag. 112.) Material Keupermergel; Ladung 400 Kilogramm; Länge der Haupt- und Flügelgalerien 63 Meter; gelockerte Masse 90.000 Kubikmeter. Kosten der Minirung, Ladung und Sprengung $180^{1}/_{3}$ Thaler; daher 1 Kubikmeter 0.06 Sgr. = 3 kr. ö. W.

e) Kleine Kluftminen. (Nach Henz-Streckert.) $18^{1}/_{2}$ Kilogramm Pulverladung warfen im Mittel 160 Kubikmeter, also 1 Kilogramm circa 8·6 Kubikmeter.

f) Kluft-Doppelminen. (Nach Henz-Streckert, pag. 114.) 45 Kilogramm Pulverladung warfen 70 Kubikmeter Stein, und betrugen die gesammten Sprengungskosten 35 Thaler; es kostete also 1 Kubikmeter im mittelfesten Gesteine 75 kr. ö. W.

g) Mine in Hornsteinmasse und Thonstein. (Nach Henz-Streckert, pag. 1.7.) 75 Kilogramm Pulverladung warfen 550 Kubikmeter und kostete davon 1 Kubikmeter $16^{1}/_{2}$ kr. ö. W.

h) Minen im Numulitenkalk zu Sistiana bei Triest.

1. Mine Nr. 12 nebst Hilfsminen.

Haupt- und Hilfsminen	Pulverladung in Kilogramm	Geworfenes Gestein in Kubikmetern	pro Kilogramm Pulver in Kubikmetern	Kosten in Gulden
Hauptmine Nr. 12	30.000	70.000	2.33	
Hilfsmine Nr. 12 *a)* . . .	4.480	1.500	0.33	30.000
„ „ 12 *b)* . . .	2.500	8.000	3.20	
Zerkleinerungsminen . .	2.220	—	—	
Summe .	39.200	79.500	2.02	30.000
und 1 Kubikmeter .	.	.	.	0.38

2. Mine Nr. 19. Ladung = 14.650 Kilogramm Pulver; Effect = 50.000 Cubikmeter, also 1 Kilogramm Ladung = 3·41 Kubikmeter.

3. Resultate aus 41 grossen Minen, welche während der Jahre 1867 bis 1871 zu Zwecken der Steingewinnung für den Triester Hafenbau in Sistiana gesprengt wurden.

Pulverladung der Mine in Kilogramm	Anzahl der Minen	Effect in Kubikmetern pro Kilogramm Pulver			
		0	0.8—2.0	2.1—3.0	über 3.0
2.000— 5.000	15	3	4	5	3
5.050—10.000	12	1	5	5	1
10.050—15.000	10	—	2	6	2
15.050—30.000	4	—	3	1	—
Summe .	41	4	14	17	6
oder Procent .	100	9.75	34.14	41.46	14.65

4. Gesammtresultate der Minensprengungen im Steinbruche zu Sistiana von 1867 bis 1871 zu Zwecken der Steinschuttgewinnung für den Triester Hafenbau.

Verbrauchtes Pulver = 7800 Centner; gewonnenes Steinmateriale = 80.000 Kubikmeter, also pro Kilogramm Pulver $2 \cdot_{05}$ Kubikmeter Steinmateriale.

5. Die Pulverladung wird in Sistiana zu 2 bis 3 Kubikmeter pro Kilogramm bemessen.

i) Sprengungen zu Holyhead. Diese von G. Robertson („Civilingenieur", 1861) beschriebenen grossartigen Minensprengungen in sehr festen, quarzigen Felsen ergaben bei Ladungen von 600 Pfund bis zu 13.000 Pfund Pulver Sprengwirkungen, welche zwischen 2 bis 6 Tonnen Felsgestein pro Pfund Ladung, also circa $1 \cdot_{6}$ bis $5 \cdot_{2}$ Kubikmeter pro Kilogramm Pulver schwankten. Die Gestehungskosten werden zu $8 \cdot_{97}$ Pence pro Tonne, also zu circa 90 Francs pro Kubikmeter angegeben, wobei 1 Kubikmeter Felsen zu 50 Zollcentner gerechnet wurde. —

Aus diesen Mittheilungen über Minensprengung in Steinbrüchen und Bahneinschnitten lässt sich folgende Generalübersicht zusammenstellen:

Postnummer	Beobachteter Versuch	1 Kilogramm Ladung warf Kubikmeter	1 Kubikmeter gelöstes Gestein kostete Kreuzer ö. W.
1	Tagebau Gross-Theresia (Pulver) . . .	3.2	—
2	„ „ „ (Dynamit) . .	5.8	—
3	Mine am Sprechenstein (Pulver)	4.2	34
4	Mine von Minera (Sprengmasse)	11.0	—
5	Westphälische Staatsbahn (Pulver) . .	225.0	3
6	Kluftminen (Pulver)	8.6	—
7	Kluft-Doppelminen (Pulver)	1.6	75
8	Mine in Hornsteinmasse (Pulver) . . .	7.3	16½
9	Mine Nr. 412 zu Sistiana (Pulver) . . .	2.02	38.0
10	„ „ 19 „ „ „ . . .	3.41	—
11	Gesammtresultate zu Sistiana während der Jahre 1867—1871	2.05	—
	Holyhead, Minimum	1.60	—
12	„ Maximum	5.20	90

VI. Capitel.

Betriebsanordnung im Erdbaue.

Seit unsere Bahnen immer mehr in die gebirgigeren Gegenden geführt werden müssen betragen die Kosten der Erd- und Felsenarbeiten einen so bedeutenden Theil der Gesammtkosten eines Bahnbaues, dass wir nicht nur genöthiget sind, die projectirten Minimalarbeiten mit den geeignetsten technischen Hilfsmitteln auszuführen, sondern dass wir insbesondere gezwungen sind, die Arbeiten in der geeignetsten Weise zu disponiren; ja man kann, wie wir schon früher anführten, ohne einen Widerspruch fürchten zu müssen, füglich behaupten, dass in der Disposition der Erdarbeiten heutzutage vorwiegend die Lösung der Kostenfrage steckt.

Die handwerksmässige Herstellung allein bringt dem Unternehmer von Erd- und Felsarbeiten (die gewöhnlich schon sehr knapp im Preise veranschlagt sind) keinen Gewinn; er muss ihn vielmehr in der Anordnung des ganzen Baues, also in seiner geistigen Capacität suchen.

Die Ausstellung bot uns in dieser Beziehung zwei höchst interessante Beispiele (Pavillon der österreichischen Nordwestbahn).

1. Anschüttung des Plateaus des Bahnhofes Wien der österreichischen Nordwestbahn.

Die Höhenlage des Wiener Bahnhofes der österreichischen Nordwestbahn beträgt 3 bis 4 Meter über dem Terrain und war ein Schüttungsquantum von circa $1{\cdot}_{05}$ Millionen Kubikmeter nöthig; dieses Material wurde aus Heiligenstadt entnommen und zu diesem Zwecke eine Interimsbahn erbaut, welche den Donaucanal und die Kaiser Franz Josef-Bahn überschreiten musste, und welche circa 2500 Meter lang war. Der Materialplatz in Heiligenstadt war geologisch eingehend untersucht und wies neunzehn verschiedenartige geologische Materialschichtungen auf, worunter sich vorzügliches Schottermaterial befand.

Man löste die hiermit auftretende Frage der Betriebs-Anordnung durch die Combination des englischen Einschnitts-betriebes und des Locomotiv-Erdtransportes und begann den Abbau des Materialplatzes am 18. August 1869, trieb verschiedene Stollen und Schächte zu Zwecken eines englischen Einschnittsbetriebes und begann mit dem Transporte des Materiales am 24. December 1869.

Die Dauer der verschiedenen Unterbrechungen betrug 214 Tage; die reine Arbeitszeit betrug 838 Tage. In dieser Arbeitszeit waren durchschnittlich täglich beschäftigt $697\frac{1}{4}$ Taglöhner, $40\frac{2}{3}$ Zimmerleute, 6 Wagner, $16\frac{1}{4}$ Schlosser und Schmiede, $19\frac{1}{3}$ Aufseher, Magazinäre und Poliere, $23\frac{3}{4}$ Mann vom Zugspersonale, $8\frac{1}{2}$ Putzer und 14 Bahnwächter.

Im Ganzen verkehrten 13.455 Züge mit zusammen 249.856 Lowrys, somit per Tag rund 16 Züge mit 298 Lowrys.

Ueber die Kosten der Hilfsbahn und des Locomotiv-Erdtransportes gibt die folgende Tabelle Auskunft.

Anschüttungen und Pflasterungen fl.	22.400	
Gerüstungen und Ladegerüste „	39.000	
Brücke über den Donaucanal „	41.000	
Oberbau sammt Reconstruction „	71.000	
Gebäude und Einplankungen „	16.200	
Material und Inventar der Unternehmung . „	81.000	
Material und Inventar der Gesellschaft . . „	34.000	
Abtragung der Bahn „	6.500	
Kosten der Linie zur Donauregulirung . . „	7.500	
Zinsenverlust durch 3 Jahre „	30.000	
Regieauslagen „	30.000	378.600
Hiervon ab verbleibendes Material und Inventar „	.	94.600
verbleibt . „	.	284.000
Erhaltung, Geleiseverlegungen und Schüttgerüste „	.	73.000
Betriebstransport-Kosten „	.	135.000
Abladekosten „	.	170.000
Gesammt-Transportkosten „	.	662.000
Transportirt wurden vermittelst der Bahn 1,210.000 Kubikmeter, demnach Transportkosten für 1 Kubikmeter Abgrabung, kr.	.	54.7

Für den ganzen Baubetrieb dient folgender Kostennachweis:

Gewinnung des Materiales pro Kubikmeter kr.	28.7
Transportirung desselben mittelst Locomotiven auf 2500 Meter Distanz „	54.7
	83.4
Kosten des Grunderwerbes; in Folge besserer Wiederverwerthung ergab sich ein Wiedergewinn per Kubikmeter von . „	5.8
Demnach Materialkosten loco Bahnhof Wien „	77.6

Ueber die Transportleistung gibt folgende Tabelle Auskunft:

Zeitperiode	Quartal	Durchschnittszahl der täglichen Züge Min.	Durchschnittszahl der täglichen Züge Max.	Durchschnittszahl der Lowrys	Einzeln Kubikmeter	Zusammen Kubikmeter
Aus Heiligenstadt wurden transportirt:						
vom 24. December 1869 bis 31. März 1870	I	4	18	22	52.000	
vom 1. April 1869 bis 30. Juni 1870	II	14	23	22	114.000	
vom 1. Juli 1869 bis 30. September 1870	III	17	24	22	153.000	
vom 1. October 1869 bis 31. December 1870	IV	14	28	20	135.000	
vom 1. Jänner 1871 bis 31. März 1871	V	2	22	19	61.000	
vom 1. April 1871 bis 30. Juni 1871	VI	8	21	20	125.000	
vom 1. Juli 1871 bis 30. September 1871	VII	9	18	21	99.000	
vom 1. October 1871 bis 31. December 1871	VIII	7	20	18	43.000	
vom 1. Jänner 1872 bis 31. März 1872	IX	12	25	13	98.000	
vom 1. bis 30. April 1872 . .	X	15	30	14	40.000	
Summe aus Heiligenstadt .	.	.	.	.	.	920.000
Vom 1. April bis Ende Juli 1872 aus den Donauregulirungsgründen	.	.	.	.	.	133.000
Summe .	.	.	.	.	.	1,053.000

Ausser diesem Materiale wurden auf den Hilfsbahnen noch transportirt:

Materialgattungen	Lowrys	circa à Kubikmeter	Kubikmeter
Schotter	13.700	4.6	63.000
Steine	4.673	3.8	18.000
Tegel	8.820	4.1	36.000
Ziegel	1.682	—	19.000
Bereits angeschüttetes und nochmals transportirtes Material	—	—	21.000
Summe .			157.000

Der Gesammttransport umfasst demnach:

1,053.000 Kubikmeter.
157.000 „
1,210.000 „

welche oben berechnet wurden.

Das ganze höchst interessante, Seitens der Baudirection der österreichischen Nordwestbahn ausgestellte Dispositionsbeispiel legt ein Zeugniss für die Raschheit und Billigkeit einer Arbeit ab, wenn sie mit zeitgemässen Mitteln angegriffen wird.

2. Englischer Einschnittsbetrieb zu Gastorf.

(Pavillon der österreichischen Nordwestbahn.)

Man kann (cfr. Ržiha, „Der englische Einschnittsbetrieb", Berlin 1872) fünf Systeme des Erdbaues unterscheiden, und zwar:

1. Den Lagenbau,
2. den Strassenbau,
3. den Seitenbau,
4. den Röschenbau,
5. den Stollenbau (englischer Einschnittsbetrieb).

Das letztere System des Erdbaues ist eine höchst wichtige Errungenschaft der Neuzeit und gipfelt darin, dass man massige Einschnitte sehr rasch und billig ausarbeiten kann, weil der Stollenbau die definitive Bausohle hält, die Förderung also die rationellste ist, weil die Einschnittsmasse trocken gelegt wird, weil das Einladen durch das Schwergewicht erfolgt und weil der Stollen jede beliebige Zahl von Angriffspunkten zu wählen gestattet.

In der Schweiz, in Italien, Württemberg und in Amerika wird die Praxis des englischen Einschnittsbetriebes schon seit längerer Zeit geübt; in Oesterreich seit dem Baue der Brennerbahn und dort eingeführt von dem rühmlichst bekannten Ingenieur, Baurath Thommen; in neuerer Zeit greift der englische Einschnittsbetrieb auch in Norddeutschland und in Bayern sehr um sich.

Die günstigen Resultate, welche bezüglich der Zeit, der Kosten und der Vereinfachung der Arbeit mit dem englischen Einschnittsbetriebe auf der Brennerbahn gewonnen wurden und welche Resultate in der oben citirten Schrift zu begründen versucht wurde, sind mit Ursache gewesen, dass dieser Baubetrieb zu einer Disciplin für den Ingenieur wurde und in den dazu geeigneten Fällen heute schon überall als obligat erklärt wird.

Es war daher im hohen Masse erfreulich, diese wichtige Disciplin des Erdbaues auf der Ausstellung vertreten zu sehen, und hat die Baudirection der österreichischen Nordwestbahn, welche den englischen Einschnittsbetrieb bei dem vorhin erwähnten $1{\cdot}_{05}$ Millionen Kubikmeter haltenden Materialplatze zu Heiligenstadt, dann bei dem 54.500 Kubikmeter hältigen Einschnitte zu Bitlowschitz und in dem Gastorfer Einschnitte, welcher 140.800 Kubikmeter Inhalt hatte, angewendet hat, den Betrieb des letzteren Einschnittes zur Exposition gebracht.

Wir entnehmen dieser letzteren Darstellung die folgenden übersichtlichen Angaben: Einschnittslänge 1060 Meter, Tiefe 10 Meter, Kubikinhalt 140.800 Meter; Material Plänerkalk; durchschnittliche Transportweite 800 Meter. Der Stollen hat eine Länge von 822 Meter und 2 Meter zu $2{\cdot}_{3}$ Meter Querschnitt; er nahm 7 Förderschächte auf und wurde sofort als Sondirungsstollen am 11. April 1871 begonnen und am 14. September 1871 beendet; diese Vorarbeiten kosteten 30.000 fl., wovon auf 778 + 474 + 201

Kubikmeter (= 3253 Kubikmeter) Stollen und Schächte: 5835 + 3555 + 15.007·5 fl. (= 24.397·5 fl.) entfallen.

Der Einschnittsbetrieb begann am 14. März 1872 südseits und am 1. April 1872 nordseits.

Am 31. März 1873 war der Einschnitt fast vollkommen durchgeschlitzt und schon 81·9% der ganzen Masse herausgefördert.

Für diese Leistung betrug die mittlere Transportweite 610 Meter. Exclusive der Stollen und Schächte betrug das geleistete Quantum pro Arbeitsmonat 9200 Kubikmeter oder pro Tag circa 360 Kubikmeter.

Mit Berücksichtigung der Stollenkosten und der für die gesammte Arbeit sich ergebenden, mittleren Transportweite von 610 Meter betrugen die Durchschnittskosten 1·062 fl. pro Kubikmeter Einschnittsmasse; da nach der Transporttabelle der österreichischen Nordwestbahn für die genannte Distanz 34 kr. bezahlt werden, so verbleiben für die Gewinnungskosten nur 72 kr. pro Kubikmeter, also ein Preis, der in Rücksicht auf eine eingeleisige Bahnherstellung und in Rücksicht auf das vorliegende Material (Plänerkalk, ein deutlich geschichteter, milder Kalkstein) sehr günstig zu nennen ist.

Die Motivirung dieser angegebenen summarischen Kosten ergibt sich durch die folgende Tabelle:

Nachweis der Baukosten im Gastorfer Einschnitte (englischer Betrieb).

		fl.	kr.
I. Kosten der Vorbereitung (Stollen und Schächte):			
Arbeitsschichten durch 11 Zahlungsperioden à 24 Tage à Tag 1 fl. 10 kr. (ausser den Stollen und Schächten) Schichten	10.560	11.616	.
Aufseherschichten à 2 fl. 50 kr. . Schichten	392	980	.
Regiekosten Procent	10	1.259	60
Abnützung der Rollwagen (12 Stück à 150 fl.) Procent	20	360	.
Rollbahngeleise-Abnützung (400 Meter à 2 fl. 50 kr.) Procent	20	200	.
Vortrag .	11.002	14.415	60

		fl.	kr.
Uebertrag .	11.002	14.415	60
Dammgerüste à lfd. Meter 8 fl. . Meter	140	1.120	.
Pulver à Tag 35 Pfund und à Centner 50 fl. Centner	84	4.200	.
Dynamit à Tag 15 Pfund und à Centner 140 fl. Centner	36	5.040	.
Bauschmiede	.	300	.
Minirung der hier participirenden Masse der Stollen und Schächte, Cubikmet.	778	5.835	.
Summe .	.	30.910	60
Gefördertes Material:			
11 Zahlungsperioden à Tag 14 Fahrten mit je 9 Wagen; à Wagen 0.8 Kubikmeter Wagen = 33.264 K.	26.611.2		
In diese Arbeitsperiode fallende Masse der Stollen und Schächte Kubikmet.	778		
Summe	27.389.2		
II. Betriebskosten vor Einführung des Locomotivtransportes.			
(Zeit vom 1. April 1872 bis 21. Juli 1872.)			
Tagewerke durch 4 Zahlungsperioden à 24 Tage und à Tagewerk 1 fl. 20 kr. Schichten	6.648	7.977	60
Aufsehertagewerke à 3 fl. . . . Schichten	112	336	.
Vorarbeiterschichten à 2 fl. . . . Schichten	192	384	.
Regiekosten Procent	10	869	76
Verschleiss der Rollwagen (15 Wagen à 150 fl.) Procent	20	450	.
Abnützung und Erhaltung der Rollbahn (600 Meter à 2 fl. 50 kr.) Procent	20	300	.
Pulver à Centner 50 fl. Centner	15	750	.
Dammgerüste à lfd. Meter 10 fl. . lfd. Meter	150	1.500	.
Aufbau und Abnützung der Schmiede	.	200	.
Minirung der hier participirenden Masse der Stollen und Schächte, Kubikmet.	474	3.555	.
Summe .	.	16.322	36

		fl.	kr.
Gefördertes Material:			
Durch 4 Zahlungsperioden à 24 Tage 15—20 Fahrten à 5—15 Rollwagen macht im Ganzen 19.080 Wagenladungen à 0.85 Kubikmeter Kubikmet.	16.218		
In diese Arbeitsperiode zu verrechnende Masse der Stollen und Schächte Kubikmet.	474		
Summe .	16.692		
III. Betriebskosten während der Arbeitsperiode des Locomotivtransportes (Zeit vom 21. Juli 1872 bis 31. März 1873.)			
Tagewerke durch 9 Zahlungsperioden à 24 Tage und à Tagewerk à 1 fl. 20 kr. Schichten	23.760	28.512	.
Ein Aufseher à Tag 3 fl. Schichten	253	759	.
Zwei Vorarbeiter à 2 fl. durch 216 Tage Schichten	432	864	.
Regiekosten Procent	10	3.013	50
Anlage und Abnützung des Geleises (1.300 Meter à 3.7 fl.) . . Procent	20	982	.
Pulver à Tag 90 Pfund, à Centner 50 fl. Centner	194.4	9.720	.
Dynamit à Tag 20 Pfund, à Centner 140 fl. Centner	43.2	6.048	.
Dammgerüste pro laufenden Meter 10 fl. Meter	340	3.400	.
Kosten der Maschine 5.000 fl.; hiervon Abnützung und Erhaltung Procent	20	1.000	.
Kosten eines Brunnens	.	800	.
Kosten der Baraken (1.600 fl.) . . Procent	50	800	.
Maschinenführer à Monat 85 fl. . . Monate	$8^1/_2$	708	33
Heizer à Tag 1 fl. Tage	216	216	.
Kohlen à Tag 6 Centner, à Centner 50 kr.	.	648	.
Minirungskosten der hier participirenden Masse der Stollen und Schächte Kubikmet.	2.001	15.007	50
Summe .	.	74.358	33

		fl.	kr.
Gefördertes Material:			
Durch 9 Zahlungsperioden à 24 Tage, à Tag 2 Fahrten, à Fahrt 16 Wagen, im Ganzen 76.032 Wagen à 0.9 Kubikm. gew. M. . Kubikmet.	68.428.8		
In diese Arbeitsperiode zu verrechnende Masse Stollen und Schächte Kubikmet.	2.001		
Summe	70.429.8	—	—

Nach diesen Angaben stellt sich folgende Generalübersicht:

Summarische Uebersicht der Leistungen und Kosten im Gastorfer Einschnitte.

Betriebsperiode	Gelöstes und gefördertes Quantum in Kubikmetern	Arbeitsdauer, Tage	Leistung pro Tag, Kubikmeter	Transportweite, Meter	Baukosten		Kosten pro Kubikmeter	Nach der Transporttabelle entfällt für den Transport	Verbleibt für die Gewinnung pro Kubikmeter
					fl.	kr.	fl.	fl.	fl.
a) Südseite.									
I. Einschnittsbetrieb (Profil 487—489) .	27.389.2	264	101	250	30.910	60	1.128	0.20	0.928
b) Nordseite.									
II. Einschnittsbetrieb (Profil 489—498) (ohne Locomotive)	16.692.0	96	161	400	16.322	36	0.978	0.26	0.718
III. Einschnittsbetrieb (Profil 489—498) (mit Locomotive) .	70.429.8	216	317	800	74.358	33	1.056	0.42	0.636
Durchschnitt und Summe	114.511	312	367	610	121.591	29	1.062	0.342	0.72

Hiernach haben also die Betriebsresultate im Gastorfer Einschnitte erneut bestätiget, dass diese Betriebsmethode, abgesehen von der Zeitfrage, bis zu gewissen Grenzen der Einschnittstiefe sehr rentabel ist.

Eine gleiche Rentabilität des englischen Einschnittsbetriebes erwies sich bei dem schon vorgeführten Heiligenstädter Materialplatze im Diluvialboden und bei dem Bitlowtschitzer eingeleisigen Einschnitte durch festen Gneis, welcher Einschnitt 275 Meter Länge, 17 Meter Tiefe und 54.500 Kubikmeter Inhalt misst.

Hiernach bestätigen sich also im grossen Ganzen frühere theoretische Betrachtungen (Ržiha, „Englischer Einschnittsbetrieb", pag. 28, Tab. 9) über die Grenzen der Rentabilität des englischen Einschnittsbetriebes.

Es dürfte in Rücksicht auf die immer mehr hervortretende Wichtigkeit der Sache nicht ohne Interesse sein, anderweitige Beispiele der Nützlichkeit solchen Betriebes hier in Kürze noch anzuführen:

a) Lavaneinschnitt auf der Brennerbahn. 95.000 Kubikmeter Masse, 700 Fuss Transportweite, 500 Fuss Einschnittslänge, 60 Fuss Höhe, Anwendung von 3 Schächten, Bauzeit 6 Monate, tägliche Leistung circa 600 Kubikmeter, finanzielle Resultate nach Aussagen der Unternehmer sehr günstig.

b) Einschnitt bei Matrei auf der Brennerbahn. Material fester Felsen, Kubikinhalt 47.000 Kubikmeter, Bauzeit 3 Monate, Leistung pro Arbeitstag circa 630 Kubikmeter, finanzielle Resultate wie oben befriedigend.

c) Nach Aussagen verschiedener Unternehmer an der Brennerbahn lohnt sich der englische Einschnittsbetrieb bei zweigeleisigen Bahneinschnitten in mildem und rolligem Gebirge schon bei 24 Fuss mittlerer Einschnittstiefe und in den festeren Felsarten, je nach der Gesteinsfestigkeit, schon bei 36 bis 48 Fuss mittlerer Einschnittstiefe.

d) Württembergische Schwarzwaldbahn. („Zeitschrift des Architekten- und Ingenieurvereines zu Hannover", 1870, pag. 64.) Auf dieser Bahn wurde mehrfach der englische Einschnittsbetrieb mit Vortheil angewendet, namentlich in den 27 Meter tiefen, im Muschelkalk gebrochenen Sparnsberger

Einschnitte. Es kostete daselbst der Felsaushub, inclusive Geräthe, Sprengmaterialien, Schuttgerüste, Geleise, Aufsicht, Lösen, Laden, Transportiren auf 3000 Fuss Weite, Abladen und Planiren rund 17 Sgr. = 85 kr. ö. W. pro Kubikmeter, — ein sehr geringer Preis.

e) Einschnitt bei Eben. (Salzburg-Tiroler Bahn.) Kubikinhalt 350.000 Kubikmeter, Materialschotter, gesammte Einschnittslänge 800 Meter, mittlere Transportweite 500 Meter, Maximaltiefe 24 Meter, ausgeführt von der Subunternehmung Jooss, Flächen und Schoch zu dem Gesammtpreise von 80 kr. pro Kubikmeter.

Dieser Einschnittsbetrieb, um welchen sich der Ingenieur Jooss besonders verdient gemacht hat, ist ein neuerlicher Belag für die ausserordentliche Wichtigkeit dieses Bausystemes, indem der im August 1873 begonnene und im November 1874 bis auf eine Restmasse von 25.000 Kubikmeter vollendete Einschnitt (welche Masse als Reserveschotter zurückblieb) eine Zeitdauer von nur circa 12 Monaten beanspruchte, weil die strenge Winterkälte eine Unterbrechung der Arbeit hervorgerufen hatte. Hiernach entfiel eine mittlere Monatsleistung von circa 27.100 Kubikmeter oder circa 1000 Kubikmeter pro Arbeitstag, und zwar bei nur einseitigem Transporte in den Damm.

In der nachfolgenden Tabelle sind die hauptsächlichsten Daten der hier gegebenen Beispiele englischen Einschnittsbetriebes zusammengestellt.

Name des Einschnittes	Masse in Kubikmeter	Tiefe in Meter	Transportweite in Meter	Preis pro Kubikmeter, Kreuzer fl. ö. W.	Arbeitsdauer in Tagen	Leistung pro Arbeitstag in Kubikmeter (circa)
Heiligenstadt .	1,050.000	.	2.500	83.4	838	1.253
Gastorf	114.511	.	610	106.2	312	367
Bitlowtschitz . .	54.500	17	.	.	.	.
Lavan	95.000	20	230	.	.	600
Matrei	47.000	.	.	.	.	630
Sparnsberg . .	.	27	950	85	.	.
Eben	325.000	24	500	80	325	1.000

VII. Capitel.

Transportsysteme.

§. 1. Bedeutung der Transportssysteme.

Der Transport der bei einem Eisenbahnbaue zu bewegenden Massen umfasst einen ganz ausserordentlich bedeutenden Factor der Gesammtkosten, und die Anordnung des Betriebes, deren hervorragende Wichtigkeit schon früher geschildert wurde, culminirt zumeist in der richtigen Anordnung der Transporte; diese Anordnung zerlegt sich in die Wahl der Trace und der richtigen Beschaffenheit der herzustellenden Transportwege; in die Wahl der geeigneten Transportgefässe und endlich in die Wahl der richtigen Transportkraft.

Das jeweilige Transportssystem setzt sich demnach aus diesen drei letzteren Hauptfactoren zusammen, und sind aus diesem Grunde die Transportssysteme noch unterschiedlich gekennzeichnet; denn man spricht von Handkarrentransport, von Kippkarrentransport, von Rollwagentransport, von Rollbahntransport, von Pferdebahntransport, von Locomitivtransport etc. etc., verschiebt also die Classification nach Gutdünken.

Das Richtigste scheint: die Transportsysteme nach den angewendeten Motoren zu unterscheiden, und würde demgemäss dermalen zu classificiren sein:

a) Transport durch Menschenkraft,
b) dto. dto. die Kraft der Thiere,
c) dto. dto. die Schwerkraft,
d) dto. dto. die Dampfkraft,
e) dto. dto. die mittelbar wirkende Kraft der comprimirten Luft,
f) dto. dto. hydraulische Kraft.

Wind und Wasser sind indess so localer Natur, dass sie bei dem Erdbaue in der Regel nicht angewendet werden können.

Diese Classification lässt sich schon um dessentwillen festhalten, weil jede der genannten Kräfte die Anwendung gewisser Arten der Förderwege und der Fördergefässe bedingt.

Die Erfahrung hat nun bekanntlich festgestellt, dass das zu bewegende Quantum und die einzuschlagende Transportweite die Wahl des Transportsystemes vorschreiben, die Localität gestattet jedoch mannigfache Variationen in der Wahl.

Im Ganzen nun culminirt der Fortschritt in der Anordnung der Transporte, in der Wahl des maschinellen Transportes, also in der Anwendung von Maschinen, und unsere Zeit schreibt uns in Fällen, wo es gilt bedeutende Massen zu bewegen, schon im vorhinein die Anwendung von Maschinen vor.

Und wenn wir erwägen, dass Bahneinschnitte von $^1/_2$ Million Kubikmeter Inhalt, also von circa 23,000.000 Centner zu bewegender Masse keine Seltenheit sind und dass die Raschheit der Bewältigung geboten ist, so ergibt sich der Wunsch nach Anwendung maschineller Arbeit umsomehr, als die Maschinenarbeit der beste Regulator im Gange der Arbeit ist und die schärfste Aufsicht über die Arbeitercolonnen an Werth überbietet; es kommt mit einem Worte durch die Anwendung der Maschinenkraft nebst ihren anderen Vortheilen grosse Ordnung in die Arbeit und verleiht der letzteren ein taktmässiges Vorschreiten.

Diese Gründe sind es, welche in den letzten 10 Jahren *a)* die Anwendung des sogenannten Locomotivtransportes beim Eisenbahnbaue immer häufiger machen und welche es veranlassen, dass man in den dazu geeigneten Fällen *b)* Bremsberge zum Herablassen der vollen und zum Heraufziehen der leeren Wagen und *c)* stehende Dampfmaschinen zum Herheiziehen der vollen und zum Rücktransporte der leeren Wagen sehr gerne anwendet.

Diese Fortschritte des Erdbaues, welche einer unserer grössten Meister, der verstorbene Baurath Henz, wissenschaftlich inaugurirt hat, sind frühzeitig schon in Deutschland gewürdiget und gepflegt worden, weil in diesem Lande die Erdarbeiten bei den Eisenbahnbauten eine ganz hervorragende Wichtigkeit erlangt haben; denn in Deutschland entstanden die alten Stammbahnen auf flacher Ebene und mussten in Consequenz der Leistungsfähigkeit die fortsetzenden und abzweigenden und namentlich die concurrirenden Gebirgsbahnen mit möglichst grossen Radien und möglichst geringen Steigungen, also mit sehr bedeutenden Erdarbeiten erbaut werden, um, wenn auch mit

grossen anfänglichen Opfern, ein Machtprincip des Deutschen Reiches, nämlich das der grossen Leistungsfähigkeit der Bahnen, consequent festhalten zu können.

Die Anwendung von Rollbahnen, Bremsberger und Seilaufzügen drängt also in unserer Zeit den Handkarren- und Kippkarrentransport in richtiger Weise immer mehr zurück. Der Berg, durch den man einen Einschnitt zu graben hat, wird heute bezüglich des anzuwendenden Transportsystemes, ferner im Hinblicke auf das auszufüllende Thal, und weiters mit Beachtung der ausserhalb der Bahnachse liegenden möglichen Seitenwege (Bahnen ausserhalb des Einschnittes), sowie in tüchtiger Erwägung der künftigen, während des Einschnittsbaues eintretenden Geleiseverlegungen viel eingehender als ehedem betrachtet, denn der Ingenieur ist heutzutage im Zeitalter der Concurrenz mehr als früher genöthiget, seine geistige Kraft in Geld umzusetzen. —

Die Ausstellung bot bezüglich der hier geschilderten Anschauungen sehr viel beweisendes Material.

§. 2. Locomotiv-Erdtransport.

Diese Transportart war auf der Ausstellung durch folgende Objecte vertreten:

1. Ausgestellte Locomotiven für Erdtransport.

a) Maschine von H. Hughes & Comp. in Loughborough.

Vertreten durch Umrath & Siller in Prag.

Diese Firma baut von der Spurweite des ausgestellten Exemplars (24 Zoll) aufwärts Maschinen nach acht Typen, über welche folgende Tabelle nähere Auskunft gibt.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Betriebsgewicht bei 4 Rädern, Zollcentner .	120	150	200	230	260	330	370	420
Effective Zugkraft, englische Pfund	1.440	2.000	2.890	3.330	4.000	5.500	6.500	7.350
Adhäsionskraft, 4 Räder, englische Pfund . . .	1.680	2.240	3.732	4.492	4.850	5.970	6.900	7.500

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Beförderte Last auf 1 : ∞ Zollcentner	2.200	3.000	4.500	5.500	6.500	8.000	10.100	11.700
Beförderte Last auf 1 : 100 Zollcentner	830	1.100	1.700	2.100	2.500	3.000	4.000	4.400
Beförderte Laft auf 1 : 60 Zollcentner	550	750	1.150	1.400	1.700	2.000	2.500	3.000
Beförderte Last auf 1 : 40 Zollcentner	400	550	800	1.000	1.200	1.450	1.800	2.000
Beförderte Last auf 1 : 20 Zollcentner	200	300	400	500	600	800	1.000	1.100
Cylinderdurchmesser, englische Zoll	6	7	8½	10	11	12	13	14
Hub, englische Zoll . .	12	14	15	18	18	20	20	22
Achsenstand bei 4 Rädern, englische Zoll .	45	54	54	57	66	69	69	81

Maschinen dieser Firma wurden beim Baue der österreichischen Nordwestbahn angewendet, zeichnen sich durch die gesicherte Lage der arbeitenden Theile vortheilhaft aus und wurden von dem betreffenden Unternehmen sehr gelobt.

b) Maschinenbau-Gesellschaft „Karlsruhe".

Diese Fabrik, im Baue von Tendermaschinen zu Eisenbahnbauzwecken rühmlichst bekannt, war durch ein Exemplar ihrer Maschinen vertreten, von denen sie zehn Haupttypen baut, und zwar I bis VII für Schmalspur, VIII bis X für Normalspur.

Die folgende Tabelle gibt einige für Bauzwecke bemerkbare Daten:

	I	II	III	IV	V	VI	VII
Pferdekräfte	3	8	15	23	40	43	65
Betriebsgewicht bei 4 Rädern, Zollcentner	53	72.3	120	174	198	242	262.7
Leistung in Tonnen à 1000 Kilogramm auf 1 : ∞ . . .	20	54	86	108	190	208	230
„ 1 : 100 . .	7	17	30	47	81	90	91
„ 1 : 50 . .	6	13	17	45	44	50	60
„ 1 : 33½ .	3½	8	15	22	38	42	52

	I	II	III	IV	V	VI	VII
Geschwindigkeit in Metern, pro Secunde auf 1 : ∞ . . .	2	2	2½	3	3	3	4
„ 1 : 100	1½	2	2	2	2	2	3
„ 1 : 50	1	1	2	2	2	2	2½
„ 1 : 33½ . . .	1	1	1½	1½	1½	1½	2
Cylinderdurchmesser in Millimetern	110	150	150	200	220	280	280
Hub in Millimetern	150	280	306	330	330	340	360
Radstand bei 4 Rädern in Millimetern	900	1.020	1.110	1.275	1.150	2.000	2.000

Die Maschinen dieser Fabrik werden vielfach bei Bergwerksbahnen verwendet und haben sich beim Baue der Holzmindener Bahn in Braunschweig sehr gut bewährt.

c) Tendermaschinen (vierrädrig) von Krauss & Comp. in München.

Diese Fabrik war unter Anderem durch eine für Eisenbahnbauten geeignete Tenderlocomotive vertreten und baut für diesen Zweck und für secundäre Bahnen (Specialität) verschiedene Typen, über welche wir folgende Anhaltspunkte geben:

	I	II	III	IV	V	VI	VII
Pferdekräfte	7	20	30	45	60	100	150
Betriebsgewicht in Kilogramm	2.500	5.000	6.300	9.000	14.000	18.000	24.000
Effective garantirte Zugkraft in Kilogramm . . .	180	450	580	800	1.230	1.380	2.100
Beförderte Last auf 1:∞ Zollcentner	600	1.800	2.500	3.600	6.000	6.200	7.500
Beförderte Last auf 1:100 Zollcentner	190	600	850	1.200	1.800	2.000	2.200
Beförderte Last auf 1:60 Zollcentner	105	350	500	650	1.000	1.200	1.400
Beförderte Last auf 1:40 Zollcentner	65	230	300	400	700	800	850

	I	II	III	IV	V	VI	VII
Beförderte Last auf 1:20 Zollcentner	35	100	160	250	400	450	550
Geschwindigkeit in Meilen	1½	1½	1½	1½	2	2½	2½
Minimalspurweite in Millimetern	500	600	670	730	1.000	1.200	1.200
Cylinderdurchmesser in Millimetern	100	140	160	200	225	250	290
Hub in Millimetern	160	300	300	300	400	500	540
Achsenstand in Millimetern	900	1.100	1.100	1.700	1.700	2.000	2.450
Kleinster Curvenradius in Metern	5	20	30	50	60	70	100
Grösste Höhe der Maschine in Millimetern	2.300	2.800	2.800	3.000	3.300	3.700	4.000
Grösste Breite der Maschine bei obiger Spur Millimeter	1.000	1.300	1.300	2.000	2.000	2.400	2.600

Die ausgestellte Maschine hatte 670 Millimeter Spurweite.

Die Maschinen der Fabrik Krauss und Comp. sind rühmlichst bekannt und bei Eisenbahnbauten, besonders in Süddeutschland sehr verbreitet, und werden die 7pferdekräftigen Maschinen zum Betriebe auf Werksanlagen, die 20 bis 30pferdekräftigen Maschinen bei Eisenbahnbauten für die Aufführung der Dämme, die 45 bis 60 pferdekräftigen Maschinen mit normaler Spurweite für die Beschotterung während des Baues, die 100pferdekräftigen Maschinen für Secundärbahnen (bei 16 Kilogramm pro Meter Schienengewicht) und die 150pferdekräftigen Maschinen als Gütermaschinen auf frequenten Secundärbahnen sehr gerühmt.

Die Beliebtheit der Firma Krauss und Comp. mag aus dem Umstande ersehen werden, dass sie bis in die neueste Zeit (Mitte 1875) herauf schon 233 Tendermaschinen geliefert hat, wovon 138 Stück bei Eisenbahnbauten verwendet werden.

d) Harzer Werke zu Rübeland und Zorge.

Tenderlocomotive mit stehendem Kessel und schräg liegendem Cylinder, construirt für Grubenbahnen und Erdtransporte bei Eisenbahnbauten.

Die Fabrik baut nach 4 Modellen, und sind die Dimensionen und Leistungen der Maschinen aus folgender Tabelle ersichtlich:

	I	II	III	IV
Cylinderdurchmesser, Millimeter	155	200	250	285
Hub, Millimeter	250	250	250	360
Betriebsgewicht, Zollcentner	—	175	—	—
Leistung auf 1 : ∞ Brutto-Zollcentner . . .	2.000	3.000	4.000	7.800
„ „ 1 : 100 „ „ . . .	600	840	1.200	2.800
Fahrgeschwindigkeit pro Secunde, Meter .	—	3	—	—
Radstand, Millimeter	—	1.570	—	—
Spurweite, Millimeter	—	790	—	—

Das ausgestellte Exemplar machte für die Zwecke des Eisenbahnbaues einen vortheilhaften Eindruck.

Unter den anderen ausgestellt gewesenen schmalspurigen Tendermaschinen, zumeist für Grubenbetrieb construirt, sind noch folgende hervorzuheben:

e) „Victoria" von Fox Walker in Bristol.

Spurweite $1._{06}$ Meter, 6 Räder, wovon 4 gekuppelt, Radstand im Ganzen $3._{35}$ Meter, Cylinderdurchmesser 305 Millimeter, Hub 457 Millimeter.

f) Maschinenfabrik Darmstadt.

Tenderlocomotive mit vier Rädern, 900 Millimeter Spurweite, 225 Millimeter Cylinderdurchmesser, 350 Millimeter Hub, 180 Centner Betriebsgewicht, Radstand $1._{1}$ Meter.

g) Cockerill.

Vierrädrige Locomotive mit stehendem Kessel; 200 Millimeter Cylinderdurchmesser; 250 Millimeter Kolbenhub; 150 Centner Betriebsgewicht; Radstand $1._{4}$ Meter.

h) Maschine „Hungaria" aus Reschitza.

Vier Räder, 948 Millimeter Spurweite; 1423 Millimeter Radstand; 237 Millimeter Cylinderdurchmesser; 316 Millimeter Hub;

130 Centner Betriebsgewicht. Die Maschine zeichnete sich durch Zweckmässigkeit der Construction und Eleganz der Arbeit aus.

i) Compagnie de Fives Lille in Paris.

Tendermaschine mit sechs Rädern, worunter die Mittelräder ohne Spurkranz; Spurweite 1 Meter, Gewicht im Dienste 280 Centner, Radstand 1720 Millimeter. Die Compagnie baut vielfach Maschinen für Fabriksverkehr und für die Eisenbahnunternehmer in Frankreich, Aegypten und Brasilien; sie construirt hauptsächlich sieben Typen, über welche die nachfolgende Tabelle nähere Auskunft gibt.

	I	II	III	IV	V	VI	VII
Cylinderdurchmesser, Millimeter	250	280	300	320	350	380	400
Kolbenhub, Millimeter	450	500	550	600	600	600	600
Betriebsgewicht, Zollcentner	300	380	460	530	600	660	700
Leistung auf:							
1 : ∞ Zollcentner	3.600	4 540	4.840	5.200	6.680	7.100	748
1 : 200 „	2.040	2.600	2.840	3.120	4.040	4.400	4.900
1 : 100 „	1.380	1.740	1.920	2.200	2.880	3.160	3.540
1 : 50 „	760	960	1.060	1.220	1.620	1.820	2.040
Geschwindigkeit pro Stunde, Kilometer .	27	30	35	40	40	45	45
Preis der Maschinen bei normaler Spurweite, Francs . . .	35.000	41.500	48.000	52.500	56.000	59.000	62.000

Die ausgestellte Maschine von 1 Meter Spurweite war zu 29.000 Francs notirt, und wurde ihre Zugkraft mit 4400 Centner auf der Horizontalen, 1600 Centner auf 1 : 100 und 900 Centner auf 1 : 50 angegeben.

Die obige Tabelle gilt für sechsräderige Maschinen, und werden in der Regel die Typen I, II und III für eine Spurweite von 800 Millimeter, die übrigen Typen für die normale Spur gebaut.

Die Wichtigkeit der Tendermaschinen trat auf der Wiener Ausstellung gegen die Pariser insoferne hervor, als auf dieser 6, auf jener 9 schmalspurige Maschinen ausgestellt waren.

2. Locomotiv-Erdtransport beim Baue der österreichischen Nordwestbahn.

Die Wichtigkeit der Anwendung des Transportes mittelst Locomotiven zu Zwecken des Eisenbahnbaues war Seitens der österreichischen Nordwestbahn durch die schon früher erwähnten Locomotivtransporte zu Heiligenstadt und Gastorf, ferner durch die Mittheilung der folgenden Preistabelle repräsentirt, aus welcher die Rücksichtnahme auf Locomotivtransport, sowie die finanzielle Nützlichkeit dieser Art des Transportes bezüglich der damit erzielbaren Transportweite deutlich genug hervorgeht.

Transporttabelle der österreichischen Nordwestbahn.

Transportweite	Kosten pro Kubikmeter		Transportweite	Kosten pro Kubikmeter		Transportweite	Kosten pro Kubikmeter		Transportweite	Kosten pro Kubikmeter	
Meter	fl.	kr.	Meter	fl.	kr.	Meter	fl.	kr.	Meter	fl.	kr.
5	—	6	800	—	42	1.750	—	74	2.700	—	96
15	—	8	850	—	44	1.800	—	75	2.750	—	97
25	—	10	900	—	46	1.850	—	77	2.800	—	98
50	—	12	950	—	48	1.900	—	78	2.850	—	99
75	—	13	1 000	—	50	1.950	—	80	2.900	1	00
100	—	14	1.050	—	52	2.000	—	81	2.950	1	01
150	—	16	1.100	—	54	2.050	—	83	3.000	1	02
200	—	18	1.150	—	56	2.100	—	84	3.100	1	04
250	—	20	1.200	—	57	2.150	—	85	3.200	1	06
300	—	22	2.250	—	59	2.200	—	86	3.300	1	08
350	—	24	1.300	—	60	2.250	—	87	3.400	1	10
400	—	26	1.350	—	62	2.300	—	88	3.500	1	12
450	—	28	1.400	—	63	2.350	—	89	3.600	1	14
500	—	30	1.450	—	65	2.400	—	80	3.700	1	16
550	—	32	1.500	—	66	2.450	—	91	3,800	1	18
600	—	34	1.550	—	68	2.500	—	92	3.900	1	20
650	—	36	1.600	—	69	2.550	—	93	4.000	1	22
700	—	38	1.650	—	71	2.600	—	94			
750	—	40	1.700	—	72	2.650	—	95			

Bemerkungen: Die Entschädigung für horizontalen Transport auf weniger als 5 Meter Entfernung ist in dem Preise für Aushebung inbegriffen.

Unter „Transportweite“ wird verstanden: Die gerade horizontale Entfernung der Schwerpunkte von Gewinnung und Verwendung, vermehrt um den Zuschlag von je 20 Metern für jeden Meter Hebung.

Dieser Zuschlag für Hebung findet jedoch nur in dem Falle statt, wenn die horizontale Entfernung der Schwerpunkte von Gewinnung und Verwendung wenigstens 15 Meter beträgt und überdies die Verbindungslinie dieser beiden Schwerpunkte in der Richtung des Transportes mit mehr als $5^0/_0$ ansteigt.

Transportweiten, welche zwischen die Ziffern der vorstehenden Tabelle fallen, werden der ihnen aufwärts oder abwärts zunächst liegenden Ziffer gleichgenommen.

Wenn Erdmassen auf Wegen gefördert werden müssen, welche ausserhalb des Bahnareals liegen (Zufuhr aus seitlichen Materialgruben, grösseren Bachcorrectionen und dergleichen), so wird das zur Anlage des Transportweges erforderliche Terrain zur Verfügung gestellt, die Transportweite nach der Länge des verglichenen durchlaufenen Weges bemessen und nach vorstehender Transporttabelle vergütet.

Die Entschädigung für Anlage und Unterhaltung des Transportweges ist im Transportpreise inbegriffen.

3. Locomotiv-Erdtransport beim Baue der Venlo-Hamburger Eisenbahn.

In der ganz vortrefflichen Sammlung von Zeichnungen, Schriften und Instructionen, welche von Seite des rühmlichst bekannten Ingenieurs, Geheimen Oberbaurath Funk, über den Bau der Venlo-Hamburger Linie ausgestellt war, findet sich auch eine besondere Hinweisung auf die ausserordentliche Nützlichkeit des Locomotivtransportes zu Zwecken von Eisenbahnbauten.

Es wurde beim Baue dieser 52 Meilen langen Bahn, wie ausdrücklich hervorgehoben, die Erfahrung gemacht, dass der Locomotivtransport ein sehr rentabler sei, und es bildete sich desshalb auch der Locomotivtransport, welcher, nebenbei bemerkt, in Braunschweig Anfangs der 1860er Jahre schon obligat war, bei dem Baue der Venlo-Hamburger Linie immer weiter aus, und waren auf der zuletzt in Angriff genommenen 15 Meilen langen Baustrecke Bremen-Harburg schon 21 Locomotiven allein bei den Erdarbeiten in Thätigkeit. Diese vierräderigen Tendermaschinen waren meistens in Darmstadt gebaut, hatten durchwegs eine übereinstimmende Spurweite von 900 Millimeter und besassen ein Gewicht zwischen 180—250 Centner; sie wurden schon auf Dienstbahnen von 1 : 20

verwendet und ergaben sehr bedeutende Leistungen, indem in verschiedenen Einschnitten der Bremen-Harburger Linie auf eingeleisiger Interimsbahn mit den nöthigen Ausweichestellen 5000 bis 10.000 Kubikmeter per Woche befördert wurden.

Namentlich verdient die Anschüttung des Bahnhofes zu Bremen (600.000 Kubikmeter) Erwähnung, welche aus $0 \cdot_8$ bis $1 \cdot_0$ Meile Entfernung mit vier Locomotiven herbeigeschafft wurde und bei der wöchentlich bis 13.000 Kubikmeter geleistet wurden.

Auch bei der Venlo-Hamburger Bahn wurde, wie bemerkt, der finanzielle Werth des Locomotivtransportes dadurch beobachtet, dass nach den Submissionsergebnissen die veranschlagten Transportpreise für Hand- und Kippkarren kaum ausreichten, während die Normalpreise regelmässig unterboten wurden, sobald die Unternehmer auf Locomotivtransport reflectirten.

Die folgende Tabelle gibt die Normalpreise für den Transport auf der Venlo-Hamburger Bahn zur diesfälligen Orientirung.

Transport-Normaltabelle der Venlo-Hamburger Eisenbahn.

Transportweite Meter	Handkarren und Handwagen, Silbergroschen	Interimsbahnen, Silbergroschen	Besondere Kosten
20	0.8	.	Für jeden Meter Steigung, welchen die mit Handkarren, Handwagen oder auf Interimsbahnen zu bewegenden Massen gefördert werden müssen, werden den Transportweiten für die Schwerpunkte zugesetzt Meter 25
30	1.0	.	
40	1.2	.	
60	1.4	.	
80	1.6	.	
100	1.7	.	
120	1.9	.	
140	2.1		
160	2.2	.	
180	2.4	.	1 Kubikmeter brauchbare Steine aus den Abtragsmassen auszusondern, bis 150 Meter zu transportiren und in regelmässigen Haufen seitwärts aufzusetzen, Zulage zum Gewinnungspreise . Silbergr. 4.5
200	2.5	.	
220	2.7	.	
240	2.9	.	
260	3.0	.	
280	3.2	.	
300	3.3	.	

Transport-weite, Meter	Handkarren und Handwagen, Silbergroschen	Interimsbahnen, Silbergroschen	Besondere Kosten
320	3.4	.	1 Kubikmeter Kies, welcher sich im Einschnitte zufällig findet, dessgleichen für Aussetzen Zulage . . Silbergroschen 3.4 Für Neubeschaffung und Ergänzung sämmtlicher Transportgeräthe, einschliesslich der Fahrbahnen, sowie sämmtlicher Geräthe zum Lösen der Erd- und Felsmassen, mit Ausnahme der von den Arbeitern zu stellenden Schippen und Karrbänder, werden, falls nicht eine specielle Veranschlagung vorgenommen ist, von den gesammten Kosten für Lösen, Transport und Verbauen der Erd- und Felsmassen in Rechnung gestellt Procent 10
340	3.6	.	
360	3.7	.	
380	3.8	.	
400	4.0	.	
420	4.1	.	
440	4.3	.	
460	4.4	.	
480	4.5	.	
500	4.6	4.6	
550	4.9	4.7	
600	5.2	4.8	
650	5.5	4.9	
700	5.8	5.0	
750	6.0	5.2	
800	6.3	5.3	
850	6.5	5.4	
900	6.8	5.6	
950	7.0	5.7	
1.000	7.2	5.8	
1.050	7.5	5.9	
1.100	7.7	6.0	
1.150	7.9	6.1	
1.200	8.1	6.2	
1.250	8.4	6.3	
1.300	8.6	6.4	
1.350	8.8	6.5	
1.400	9.0	6.6	
1.450	9.2	6.7	
1.500	9.4	6.8	
1.550		6.9	
1.600	.	7.0	
1.650	.	7.1	
1.700	.	7.2	
1.750	.	7.3	
1.800	.	7.35	
1.850	.	.	

Transportweite, Meter	Handkarren und Handwagen, Silbergroschen	Interimsbahnen, Silbergroschen	Besondere Kosten
1.900	.	7.5	
1.950	.	.	
2.000	.	7.65	

Für jede Station von 100 Meter Länge Zuschlag:
von 2000 bis 4000 Meter 0.12 Silbergroschen
über 4000 Meter 0.06 „

Einen noch interessanteren Belag für die Wichtigkeit des Locomotivtransportes bietet auch die Transporttabelle der königlich bayerischen Staatseisenbahnen, welche Tabelle auch die Unterschiede angibt, die zwischen Handkarren-, Rollwagen- und Locomotivtransport obwalten.

Transporttabellen der königlich-bayerischen Staatseisenbahn.

Transportweite, Meter	Ohne Hilfsbahn pro Kubikmeter. Mark	Mit Handrollwagen pro Kubikmeter, Mark	Mit Locomotiven pro Kubikmeter, Mark
10	0.26	0.26	0.26
30	0.29	0.29	0.29
60	0.33	0.33	0.33
100	0.38	0.36	0.36
150	0.44	0.39	0.39
200	0.49	0.42	0.42
300	0.57	0.48	0.48
400	0.66	0.54	0.54
500	0.75	0.59	0.59
600	0.83	0.64	0.63
700	0.91	0.69	0.67
800	1.00	0.73	0.71
1.000	1.17	0.82	0.77
1.200	1.34	0.90	0.83

Transportweite, Meter	ohne Hilfsbahn pro Kubikmeter, Mark	mit Handrollwagen pro Kubikmeter, Mark	mit Locomotiven pro Kubikmeter, Mark
1.400	1.51	0.98	0.88
1.600	.	1.06	0.93
1.800	.	1.13	0.97
2.000	.	1.21	1.00
2.300	.	1.31	1.06
2.600	.	1.41	1.12
3.000	.	1.51	1.18
3.500	.	.	1.27
4.000	.		1.35
4.500	.	.	1.43
5.000	.		1.50
5.500	.	.	1.57
6.000	.	.	1.64

Der recht deutliche Einfluss des Locomotivtransportes zu Gunsten der Kosten des Unterbaues ist ein in Bayern officiell anerkannter; denn es werden dort die Bahnen schon in Rücksicht auf die erzielbare Transportweite tracirt, und gestaltet sich so der Locomotivtransport bereits zu einem wichtigen Momente der Projectirung der Eisenbahnen. Dem Vernehmen nach befanden sich bei den bayerischen Eisenbahnbauten zur Zeit der Wiener Weltausstellung circa 36 schmalspurige Locomotiven von 20 bis 60 Pferdekraft Stärke, welche fast durchgängig von Krauss & Comp. geliefert sind. —

Neben dem generellen Nachweise der Nützlichkeit des Locomotivtransportes bot die Direction der Venlo-Hamburger Bahn auch einen speciellen Nachweis der Kostenersparung durch den Locomotivtransport, wie er anlässlich der schon oben erwähnten Anschüttung des Bahnhofes Bremen erzielt wurde. Es kostete daselbst das Auftragsmaterial bei einer Transportweite von 6000 Meter, einschliesslich aller Nebenkosten, Herstellung der Interimsbahn, Interimsbrücken über die Staatsbahn und andere Strassen, dann Gewinnung, Transportirung, Abladen, Planiren, Geräthverschleiss pro Kubikmeter 11·1 Silbergroschen; nach der obigen Tabelle würde sich der Preis pro Kubikmeter berechnet haben:

1. Gewinnung und Laden des Bodens	1.5	Sgr.
2. Transport auf 6000 Meter	11.25	„
3. 10 Percent für Geräthe, Interimsbahnen etc. . .	1.25	„
Summe .	14.0	Sgr.

Es haben sich hiernach beim Baue der Venlo-Hamburger Bahn die Erfahrungen über den Vortheil des Betriebes mit kleinen Maschinen erneut bestätiget, und dürfte es nicht uninteressant sein, einige derlei anderweitige, zur Ausstellung nicht gelangte Erfahrungen summarisch hier anzuführen:

a) Betriebsergebnisse der Kohlenförderung mittelst kleiner Locomotiven auf Grube Gerhard-Prinz-Wilhelm bei Saarbrücken:

Jahr	Gefördertes Quantum	Geförderte Hektometer	Gesammte Betriebskosten			Kosten pro 100 Kilometercentner		Der Betrieb durch Pferde hätte nach den üblichen Preistabellen gekostet			Daher durch den Locomotivtransport erspart		
	Centner	Centner	Rth.	Sgr.	Pf.	Sgr.	Pf.	Rth.	Sgr.	Pf.	Rth.	Sgr.	Pf.
1862	2.351.560	45,741.784	7.522	28	8	4	11.7	15.485	27	5	7.962	28	9
1863	3,411.420	69,234.897	8.427	1	6	3	8.2	23.615	4	—	15.188	2	6
1864	3,842.570	78,112.431	9.943	27	4	3	10.1	26.790	24	11	16.846	27	7
1865	3,428.700	79,532.295	11.997	23	2	4	9.6	28.579	2	2	16.580	9	0
1866	3,983.240	97,532.889	15.324	29	10	4	5.3	36.452	28	4	21.127	28	6
1867	3.924.770	121,428.352	18.047	—	—	4	5.8	40.154	26	4	22.107	26	4

b) Locomotivbetrieb zwischen dem Naenser Tunnel und dem Steinbruche auf dafür eigens erbauter Interimsbahn.

Betriebszeit 669 Tage, befördertes Steinquantum 1,314.399 Centner, auf 2356·6 preussische Lachter (à $6^2/_3$ Fuss), gesammte Betriebskosten 8751 Reichsthaler $13^7/_{10}$ Silbergroschen, also 1 Centner auf 1 Meile (3600 Lachter) = 3·66 Pfennige.

c) Erdtransport mit normalspuriger Locomotive zwischen Naensen und Stroit.

Betriebszeit 550 Tage, Transportweite 0·353 Meilen, Förderquantum 2,889.806 Centner, gesammte Betriebskosten

16.431 Rthlr. 6 Sgr. 6 Pf., also 1 Centner auf 1 Meile 5·79 Pfennige.

d) Erdtransport mit schmalspuriger Tenderlocomotive bei Stadt-Oldenorf.

Transportquantum 3,912.768 Centner, Distanz 0·4 Meilen gesammte Betriebskosten 11.134 Reichsthaler; daher pro Centnermeile = 2·56 Pfennige Transportkosten.

Aus diesen Beispielen ergibt sich folgende Generalzusammenstellung:

Betriebsresultate bei Locomotivtransport.

Postnummer	Versuch	Förderdistanz	1 Centner kostet pro Meile	1 Kubikmeter auf 1000 Meter Transport kostet
		Meter	Pfennige	kr. ö. W.
1.	Kohlenförderung Grube Gerhard (1 Kubikmeter Kohle = 32 Centner)	2.300	3.91	7.0
2.	Steinbruch Selter (1 Kubikmeter Dolomit=58 Centner)	4.926	3.66	11.9
3.	Erdtransport Naensen-Stroit (1 Kubikmeter Keupermergel=35 Centner)	2.647	5.79	11.3
4.	Erdtransport Stadt-Oldendorf (1 Kubikmeter Keupermergel=35 Centner)	3.000	2.56	5.0
5.	Erdtransport Bremen (1 Kubikmeter Kies = 32 Centner)	6.000	5.20	9.3

Zu dieser Tabelle sind folgende Bemerkungen zu machen:

a) Der Versuch Nr. 3 betrifft den Transport auf normalspuriger Bahn, während alle übrigen Versuche die schmalspurige Bahn betreffen.

b) In den Versuchen Nr. 2, 3 und 4 sind die Anlagekosten der Bahn und die erste Beschaffung der Maschinen nicht berücksichtiget.

c) Bei der Preisvermittelung pro Kubikmeter muss das Gewicht der Massen wohl beachtet werden, ein Umstand, welcher bei Eisenbahnbauten sehr bedeutsam ist.

Ist hiernach auch wieder durch die Vorführung der Ausstellungsobjecte Beweismaterial für die Vortheile des Locomotivtransportes zu Zwecken eines Eisenbahnbaues zur Genüge erbracht, so erübrigt noch zweier Erfahrungen zu gedenken, welche uns in den letzten zehn Jahren bezüglich dieses Transportsystemes dargeboten wurden.

1. Bedürfniss einer gleichen Schmalspurweite für Bauzwecke.

Die schmalspurigen Maschinen und die Rollwagen werden von einer so unterschiedlichen Spurweite gewählt, dass frei gewordene Geräthe an anderen Baustellen sehr selten eingeschaltet werden können, und ist die Verschiedenheit der Spurweite auch Ursache einer ungerechtfertigten Entwerthung des Betriebsmateriales nach dem Baue. Es würde daher der weiteren Verbreitung des Transportes mittelst Locomotiven sehr dienlich und als ein bedeutsamer Fortschritt in unserem Fache zu bezeichnen sein, wenn durch Einwirkung der Behörden und der Ingenieurvereine, wenigstens in jedem einzelnen Reiche eine einheitliche Schmalspurweite für die maschinellen Erdtransporte gewählt würde.

2. Verwendung der Normal- und Schmalspur.

Es ist eine Erfahrungssache der Neuzeit, welche auch auf der Ausstellung vertreten war, dass die Schmalspur vortheilhafter bei der Herstellung der Erdkörper, die Normalspur vortheilhafter bei der Transportirung des Oberbauschotters ist, weil die schmalspurige Maschine leichter und handsamer, für grössere Krümmungen, schlechte Geleiselage prakticabler, billiger in der Anlage und namentlich bei eingeleisigen Erdkörpern raumersparender ist, — während die Transportirung des Oberbau-Materiales vortheilhafter auf dem schon definitiv gelegten Geleise stattfindet.

Bei der Venlo-Hamburger Eisenbahn wurde in dem betreffenden Ausstellungsberichte ausdrücklich auf die gemachte Erfahrung hingewiesen, dass in einem Einschnitte der Verbindungsbahn Wanne-Haltern der Transport auf breitspurigem Geleise weit unvortheilhafter war, als der auf der anderen Seite des Einschnittes eingerichtete Locomotivtransport auf schmalspuriger Bahn.

Die gleiche Erfahrung war auch bei dem Baue der Holzmindener Bahn in Braunschweig gemacht worden, indem, wie die frühere Tabelle es zeigt, der Transport auf breiter Spur zwischen Naensen und Stroit nahezu noch einmal so theuer zu stehen kam, als jener auf der Schmalspur bei Stadt-Oldendorf.

§. 3. Bremsberge.

Wie wir wissen, charakterisirt sich diese Art des Transportes durch die Zuhilfenahme der Schwerkraft, indem ein herabgehender beladener Zug an der Seiltrommel bergab gebracht und gleichzeitig der leere Zug zu Berge geschafft wird.

Die örtlichen Verhältnisse haben zu sehr sinnreichen Einführungen bei derlei Mechanismen Anlass gegeben, und ist es insbesondere die Bergbaukunst gewesen, welche diese Art von Förderung von jeher cultivirt hat. Bei besonders langen und hohen Bremsbergen tritt nicht selten die Anforderung auf, an Geleisen und Bedienungsmannschaft zu sparen und eingeleisige Bremsberge mit selbstthätigen Ausweichungen zu versehen, wie dies z. B. bei dem durch den Verfasser 1869 bearbeiteten Projecte eines Bremsberges vom Hohen Meissner in Hessen der Fall war und mehrfach an anderen Stellen in Ausführung existirt. Diese und andere durch die Oertlichkeit und die localen Forderungen gewonnenen Erfahrungen sind auch im Eisenbahnbaue verwerthet worden, und hat insbesondere seinerzeit der Geheime Baurath Henz, der in der deutschen Literatur die Kunst des Erdbaues überhaupt begründet hat, die rationelle Anwendung der Bremsbergbeförderung im Eisenbahnbaue eingeführt.

Es ist klar, dass die Bremsbergförderung ebenfalls bei Deponirungszwecken verwerthet werden kann; meist greift sie jedoch nur Platz bei der Ausarbeitung tiefer Einschnitte, indem die

Bremsanlage am Scheitelpunkte errichtet, der Lagenbau eingeführt (Ržiha, „Der englische Einschnittsbetrieb“, 1872) und die Wagen durch das Seil bis an die Kippstätte im Damme geschafft werden.

Nicht selten wird auch die Bremsbergbeförderung mit dem Locomotiv-Erdtransporte in Verbindung gebracht und nur zum Zwecke der rationelleren Dammbildung ausgenützt, wie dies z. B. der hohe Damm bei Stroit im Zuge der Buke - Kreiensener Bahn veranlasst hat, woselbst normalspurige, mit Boden beladene Waggons zu Thal gefördert wurden.

Die Anwendung der Bremsmaschine, welche bei Abgrabungen immer in dem Maasse gesenkt wird, als sich die Einschnittsgeleise vertiefen und die Dammgeleise erhöhen, hat allerdings in der Neuzeit durch die grosse Errungenschaft des sogenannten englischen Einschnittsbetriebes (Stollenbau) in ihrer ursprünglichen Bedeutung beim Eisenbahnbau verloren; immer aber bleibt diese Förderart dem Praktiker von grossem Werthe, und war es desshalb nicht ohne Interesse, auf der Wiener Weltausstellung ihre Vertretung zahlreich vorzufinden, obschon meist in dem Rahmen des Bergbaues, namentlich des kärntnerischen, welcher auf dem Gebiete der Bremsberganlagen, wie jeder Bergmann weiss, Grosses geleistet hat.

Wir entnehmen indess aus der Gesammt-Vertretung nur die folgenden Beispiele.

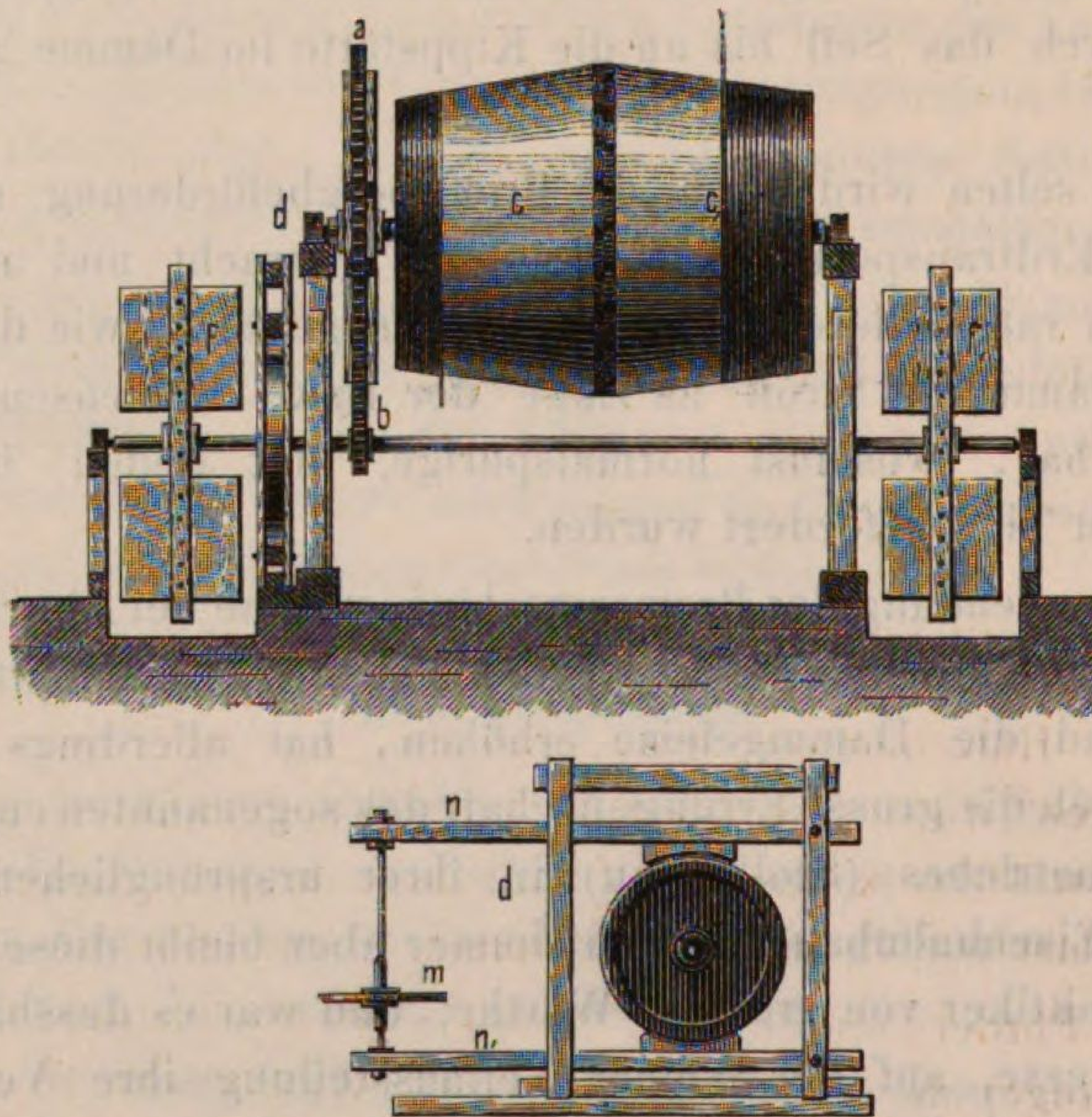
1. Bremsberg der Venlo - Hamburger Bahn.

Derselbe war durch Zeichnungen vertreten und bot keine besonderen Abweichungen von den Typen, die Henz aufgestellt hat und welche von den Ingenieuren in Hannover und in Braunschweig häufig verwendet werden.

2. Bremsberganlage zu Dognácska in Ungarn.

Dieselbe war Seitens der Bergwerksdirection der k. k. Staatsbahn durch ein schönes Modell in $^1/_{12}$ der natürlichen Grösse und durch Text zur Ausstellung gebracht. Die Förderanlage ist desshalb von Interesse, weil sie eine sogenannte Windbremse hat, wie solche in den österreichischen Alpenländern gebräuchlich sind

Fig. 2.



und wohl von dorther überhaupt entstammen. Der Dognácsker Bremsberg dient der Eisenbahnförderung und vermittelt durch eine schiefe Ebene von $15^1/_2$ Grad Fallen und 330 Meter Länge die Verbindung des oberen und unteren Geleiseabstandes von circa 90 Meter verticaler Höhe. Die konische und mit Spiralen versehene Seiltrommel (welch' letztere indess in der Figur 2 nicht eingezeichnet sind) besteht aus zwei Theilen zum Zwecke der Verlängerung oder Verkürzung eines oder des anderen Seiles, eventuell der Einschaltung eines zweiten Förderhorizontes.

Die Combination der Länge der schiefen Ebene und des Durchmessers der Trommel mit der Länge des Bremsberges und der Geleiseweite gestattete nicht nur die Anwendung eines Fördergeleises auf circa $^2/_3$ der Gesammtlänge der schiefen Ebene, sondern auch die Anordnung, dass die Seile von den auf- und niedergehenden Schlitten nicht berührt werden. Die Schlitten sind an ihrer äusseren Seite mit zwei doppelflanchigen Rädern versehen, welche eine selbständige Führung durch den Wechsel gestatten.

Als continuirliche Bremse dienen vier verstellbare Windflügel, welche eine gleichförmige Bewegung der Schlitten vermitteln; ausserdem ist die im Aufrisse und Grundrisse (Figur 2) doppelbackige durch *m* regierbare Bremse angebracht; am oberen Ende der schiefen Ebene befinden sich selbstverständlich Führungsscheiben; die Seilrollen im Geleise sind aus Holz; am unteren Ende ist ein Wipper (Auskipper) angebracht.

Die Förderlast beträgt $2^1/_2$ Tonnen = 50 Ctr.; die Fördergeschwindigkeit beträgt je nach der Stellung der Windflügel *f*, *f'* $1\cdot_5$ Meter bis $2\cdot_0$ Meter pro Secunde.

3. Globitschbremse am Luttenberger Erzberge.

Die Hüttenberger Eisenwerksgesellschaft brachte durch Zeichnungen diese Bremsanlage zur Anschauung; ihre schiefe Ebene misst $167\cdot_8$ Klafter, der Neigungswinkel beträgt 26 Grad, die Bruttolast 168 Zollcentner, die Erzlast 100 Zollcentner.

Das Förderquantum pro 24 Stunden wurde mit 10.000 Zollcentnern angegeben. Die Länge der Drahtseile misst 234 Klafter; sie sind, $16^2/_{10}$ Linien stark, aus 105 Drähten in 7 Litzen und 5 Dochten à 15 Litzen hergestellt; das Gewicht des Seiles beträgt 12 Pfund pro laufende Klafter; die maximale Tragkraft wurde mit 330 Zollcentnern angegeben.

Die zwei konischen Seiltrommeln haben einen maximalen Durchmesser von $20^1/_3$ Fuss, stehen 22 Zoll von einander ab und haben dann noch eine Breite von circa 6 Fuss; auch bei diesem Bremsberge ist eine Windbremse angebracht, welche durch eine doppelte Zahnradübersetzung bewegt wird, und Flügelbreiten von 3 Fuss 10 Zoll besitzt. Das Eigenthümliche der Anlage besteht darin, dass sich beide Trommeln separat bewegen und gemeinsam durch die Windbremse regulirt werden; zu diesem Zwecke befinden sich grosse Zahnräder von gleichem Durchmesser wie die Trommeln an den beiden zugekehrten Seiten dieser letzteren, und greift zwischen diese konischen Räder ein gemeinsames Kegelrad ein, dessen Achse also vertical zur Trommelachse gerichtet und mit einer weiteren Zahnradübersetzung versehen ist.

4. Bremsberg am Hüttenberger Eisenberge.

Diese Anlage hat nur eine Trommel mit zwei konisch gestalteten Seilhälften; in der Mitte, also über dem Sattel, läuft ein eiserner Ring, an den die Bremsbacken greifen. Auf der einen Seite der gemeinsamen Trommel befindet sich ein Stirnrad mit doppeltem Vorgelege, durch welchen Mechanismus die Flügel der Windbremse bewegt werden.

5. Bremsberg aus dem Seegraben bei Leoben.

Der bekannte Gewerke H. R. Drasche v. Wartenberg brachte ein Modell eines Bremsberges mit selbstthätiger Rückförderung der leeren Wagen zur Ausstellung.

6. Modell eines Bremsberges von Ignaz Schmued in Leoben.

Dieses in $^1/_{10}$ der natürlichen Grösse ausgeführte Modell diente für Züge von 3 bis 15 Grubenhunden à 10 Centner Last.

7. Seilbahn-Bremsberg zu Raibl.

Die Gewerkschaft Struggl's Erben des Blei- und Galmeybergbaues zu Raibl brachte ihre durch die örtlichen Verhältnisse eigenthümlich gestaltete, in bergmännischen Kreisen bekannte Bremsanlage durch ein Modell zur Anschauung.

Dasselbe zeigt ein durch die Luft gespanntes, durch Winden festgezogenes Fahrgeleise aus Drahtseilen; oberhalb der Spannscheibe dieser Seile befindet sich in der Neigungsebene dieses Seilgeleises die Bremsscheibe; die voll hinab und leer hinauf gehenden Wagen hängen je an einem Seile, durch Vermittelung von Rädern, welche auf denselben laufen.

8. Seilriese von Frankhauser in Bern.

Diese bekannte Anordnung, welche durch eine Monographie (Bern, 1872) ihre literarische Verbreitung fand, ist im kleinen Schlierenthale im Canton Unterwalden in der Schweiz durch den Forstmeister F. Frankhauser ausgeführt worden und war auf der Ausstellung Seitens der Forstverwaltung des Cantons Bern durch ein Modell und eine Monografie vertreten.

Die Riese dient zum Holztransporte im Schlierenthal herab gegen Alpnach und überspannt zwei Schluchten in 150 Meter, respective circa 80 Meter Höhe; das Spannseil von 2100 Meter Länge besteht aus 6 Litzen à 6 Drähten, hat 3 Centimeter D. wiegt $2 \cdot_5$ Kilogramm pro laufenden Meter und kostete $1 \cdot_{75}$ Francs pro Meter. Dieses Seil, theilweise mit 35 % geneigt, dient zur Aufnahme eines hängenden Wagens, der aus zwei gekuppelten Laufrädern besteht, an die der fortzuschaffende Holzstamm aufgehängt wird. Zur Verminderung der Fahrgeschwindigkeit dient eine Bremsanlage, welche ihre Wirkung durch ein besonderes, auch zum Rückzuge dienendes Seil ausübt.

§. 4. Seilaufzüge.

Eine andere, wesentliche Art des Transportes beim Erdbaue besteht in der maschinellen Emporhebung der gewonnenen Massen, und tritt dieselbe dann ein, wenn die Hebungshöhe eine Grösse erreicht hat, die durch schräg oder im Zickzack angelegte Karrenfahrten oder Rollbahnen nicht mehr vortheilhaft überwältiget werden kann.

Derlei Seilaufzüge waren auf der Ausstellung nur indirect, nämlich im Gebiete des Bergbaues — dem sie übrigens als Förderung aus senkrechten oder tonlägigen Schachten entstammen — vertreten; sie werden im Erdbaue in zweifacher Art verwendet, nämlich:

a) wenn man aus dem Einschnitte oder Anschnitte einen Stollen in den Berg treibt, auf ihn einen Schacht stellt und die Massen durch diesen direct und senkrecht aufzieht, oder

b) wenn man eine schiefe Ebene, eine Seilbahn errichtet und auf dieser die Wagen fördert.

Unter Umständen kann man auch die Anlage eines festen Geleises ersparen und den Betrieb mittelst sogenannter Drahtseilbahnen einrichten, auf welche wir weiter unten zu sprechen kommen werden, welche jedoch niemals ein gleichwerthiges Ersatzmittel der Schienenseilbahn sind und nur dann im Erdbaue gerechtfertigt erscheinen, sobald man die Ueberbrückungen von Thälern und Flüssen vermeiden will, oder sobald man Hindernisse (vorzugsweise

Baulichkeiten) zu übersetzen hat, welche sich nicht beseitigen lassen.

Wohl der bedeutendste, durch locale Verhältnisse bedingt gewesene Seilaufzug im Erdbaue überhaupt ist kürzlich in Oesterreich, bei Gelegenheit des Tunnelbaues durch den Žižkaberg nächst Prag („Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architektenvereines“, 1874, pag. 1) angewendet worden.

Die Aufzugsmaschine hatte 87 Pferdekräfte, das Steigungsverhältniss betrug 22·2 % im Durchschnitte und 1 : 3 im Maximum; die Deponirung lag 34 Meter höher; das Zuggewicht von 4 beladenen Wagen betrug 220 Centner und wurde mit einer Seilgeschwindigkeit von 5 bis 6 Fuss pro Secunde bewegt.

In 210 Arbeitstagen wurden 67.586 Kubikmeter (im Maximum pro Tag 400 Kubikmeter = 20.000 Centner) zu Berg gefördert, und kostete der ganze Betrieb, abzüglich der Wiederverwerthung der Maschine und des Geleises, 56 kr. pro Kubikmeter.

§. 5. Seilbahnen.

Wie bemerkt, bestehen derlei Bahnen aus Seilgeleisen, welche durch die Luft gespannt sind und an denen Hängewagen laufen.

Die Bewegung dieser Wagen erfolgt nach zweierlei Grundsätzen: entweder rotirt das Geleise als Seil ohne Ende um zwei Spannscheiben und bringt die daran aufgehängten Wagen in der einen Richtung fort, in der andern herbei, oder das hängende Geleise überhaupt ist stabil, und werden die daran hängenden Wagen entweder durch Menschenhände fortgeschoben oder mittelst Zugseil bewegt.

Die gegenwärtige Ausbildung der Seilbahnen, um welche sich besonders v. Dücker sehr verdient gemacht hat, bewegt sich wesentlich um das Detail und datirt seit dem Jahre 1861, wo Freiherr v. Dücker seine ersten Experimente zu Bad Oeynhausen und zu Bochum ausführte.

Wenn man also von den alten Seilbahnen absieht, die im Bergbaue, besonders in den österreichischen Alpen, allerdings in einfacherer Form schon früher vorhanden waren, so gebührt Herrn v. Dücker die Priorität der Ausbildung des Details, denn die Hodgson'sche Construction trat erst 1867 auf.

Unter die ersten praktischen Anwendungen von Seilbahnen sind jene zu zählen, welche v. Dücker 1871 zu Osterode am Harze ausführte, dann jene, welche um dieselbe Zeit (nach dem Systeme Hodgson) auf dem v. Horsky'schen Gute zu Kolin und ferner auf der fürstlich Schwarzenbergischen Torfstecherei im südlichen Böhmen angewendet wurden.

Wenn auch diese Seilbahnen bislang im Erdbaue unseres Wissens noch keine Verbreitung gefunden haben, so dürfte es doch ohne Zweifel sein, dass sie beim Vorfinden gewisser localer Verhältnisse auch im Eisenbahnbaue desshalb Eingang finden werden, weil die Billigkeit ihrer Anlage (1 bis 2 Thaler pro laufenden Meter), ihre leichte und rasche Herstellung, ihre Fähigkeit Terrainhindernisse sehr günstig zu überwinden, und die damit verknüpfte maschinelle Transportgestaltung: Factoren von grosser Bedeutung sind.

Die „Deutsche Bauzeitung", welche diesen Gegenstand immer aufmerksam verfolgt und in der auch die schon früher erwähnte Combination mit einem Excavateur zum Ausdrucke gelangte, liefert unter Anderm den Beweis, dass der Seilförderung in Ingenieurkreisen grosse Aufmerksamkeit zugewendet wird, eine Aufmerksamkeit, welche in dem Patente von Müller („Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekteneverines", 1872) einen neuen Belag findet.

Wir bemerken hier in Kürze noch, dass die Osteroder Seilbahn eine Länge von 1500 Fuss besitzt, dass dort der Fahrstrang aus einem Rundstabe von 1 Zoll Stärke besteht, welcher in Distanzen von 30 bis 140 Fuss unterstützt ist, dass das Geleise 20 Fuss Gefälle hat, die leeren Wagen mit einem separaten, dünnen Seile zurückgezogen werden, dass die Seilwagen Ladungen von 5 Centnern erhalten und dass mit diesem Apparate täglich 600 bis 800 Centner Gypsstein befördert werden. Die Linie zu Metz, welche v. Dücker 1872 aufstellte, ist doppelspurig, 200 Meter lang, hat 50 Meter Ansteigung und wurde mit continuirlichem Betriebe durch eine 10pferdekräftige Dampfmaschine versehen; es sind immer 26 bis 30 beladene Wagen à 5 Centner im Gange, und wurden im Maximum 5000 Centner pro Tag gefördert; inclusive der Maschine kostete diese ganze Anlage 20.000 Thaler.

Eine der interessantesten Seilbahnanlagen neuerer Zeit ist auch die im Jahrgange 1872 der „Zeitschrift für Bergbau, Hütten- und Salinenwesen" durch Leuschner beschriebene Drahtseilbahn bei Eisleben. Dieselbe ist mit continuirlichem Betriebe eingerichtet, hat eine Länge von 1883 Meter, übersetzt einen Berg von $52 \cdot_{78}$ Meter Höhe mit Maximalsteigungen von $1 : 9 \cdot_{7}$.

Sie hat inclusive der Dampfmaschine 9402½ Thaler gekostet, fördert mit $2 \cdot_{49}$ Meter pro Secunde Geschwindigkeit und soll contractmässig 2400 Centner Förderlast in 10 Stunden transportiren. — Im Jahre 1872 waren nach dem Patente von Hodgson bereits 33 Seilbahnen erbaut, von denen die längste, nämlich die von Trubia in Spanien, 15 englische Meilen mass.

Das Gebiet der Seilbahnen war auf der Ausstellung mehrfach vertreten; wir wählen indess nur die folgenden Objecte hier zur Vorführung aus:

1. Seileisenbahn nach v. Dückers System.

Dieselbe war durch Zeichnungen vertreten, welche durch die auf Tafel der *C* enthaltenen Figuren wiedergegeben sind.

Diese Figuren erklären drei verschiedene Hauptanordnungen zur Genüge.

2. Seilbahn von Weisshuhn.

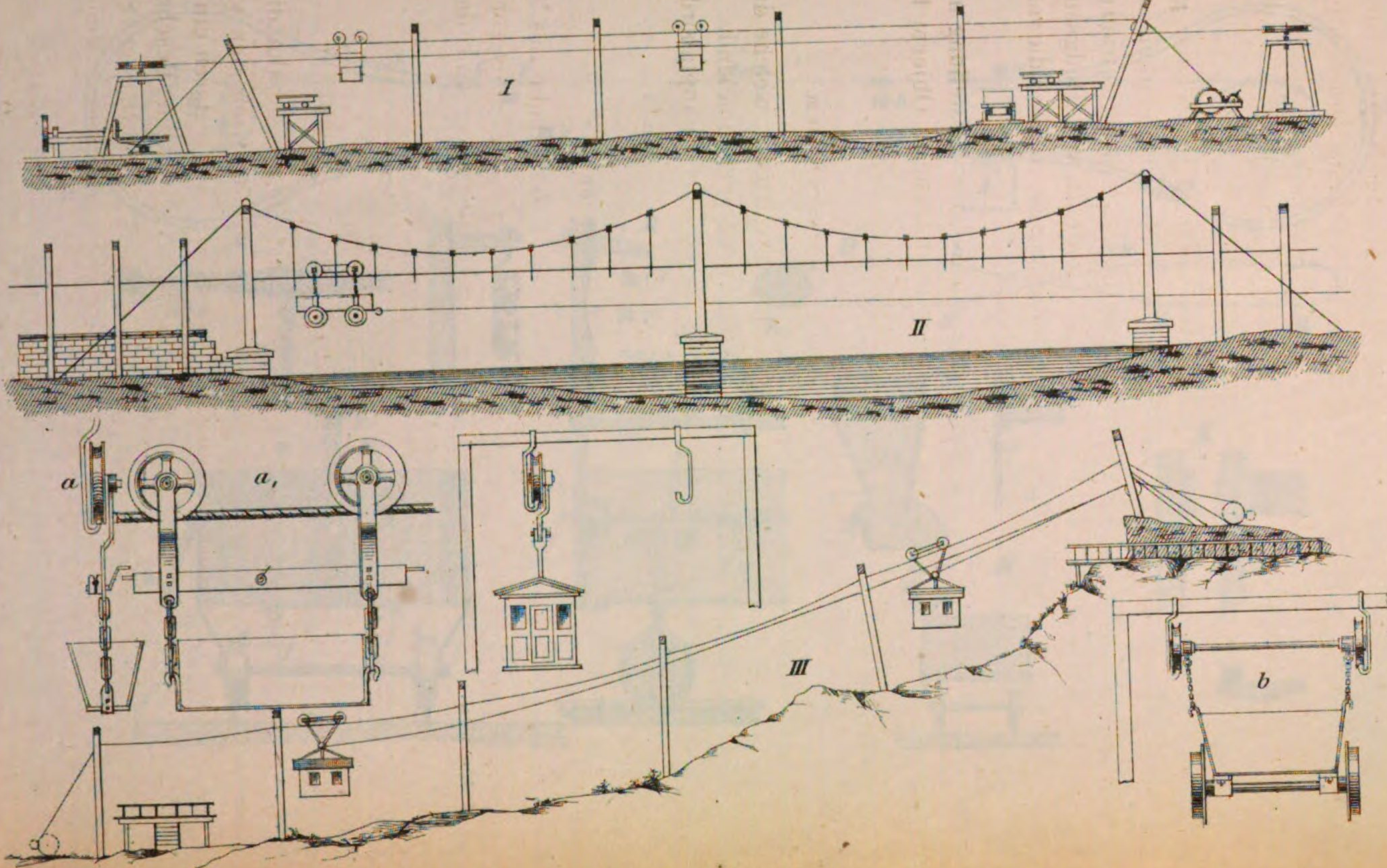
Durch ein Modell brachte Herr Karl Weisshuhn aus Troppau eine Seilbahn zur Anschauung, welche für einen Schieferbruch bestimmt, mit continuirlichem Betriebe eingerichtet und durch die Figur 3 genügend verdeutlicht ist.

3. Seilbahn zu Eisleben.

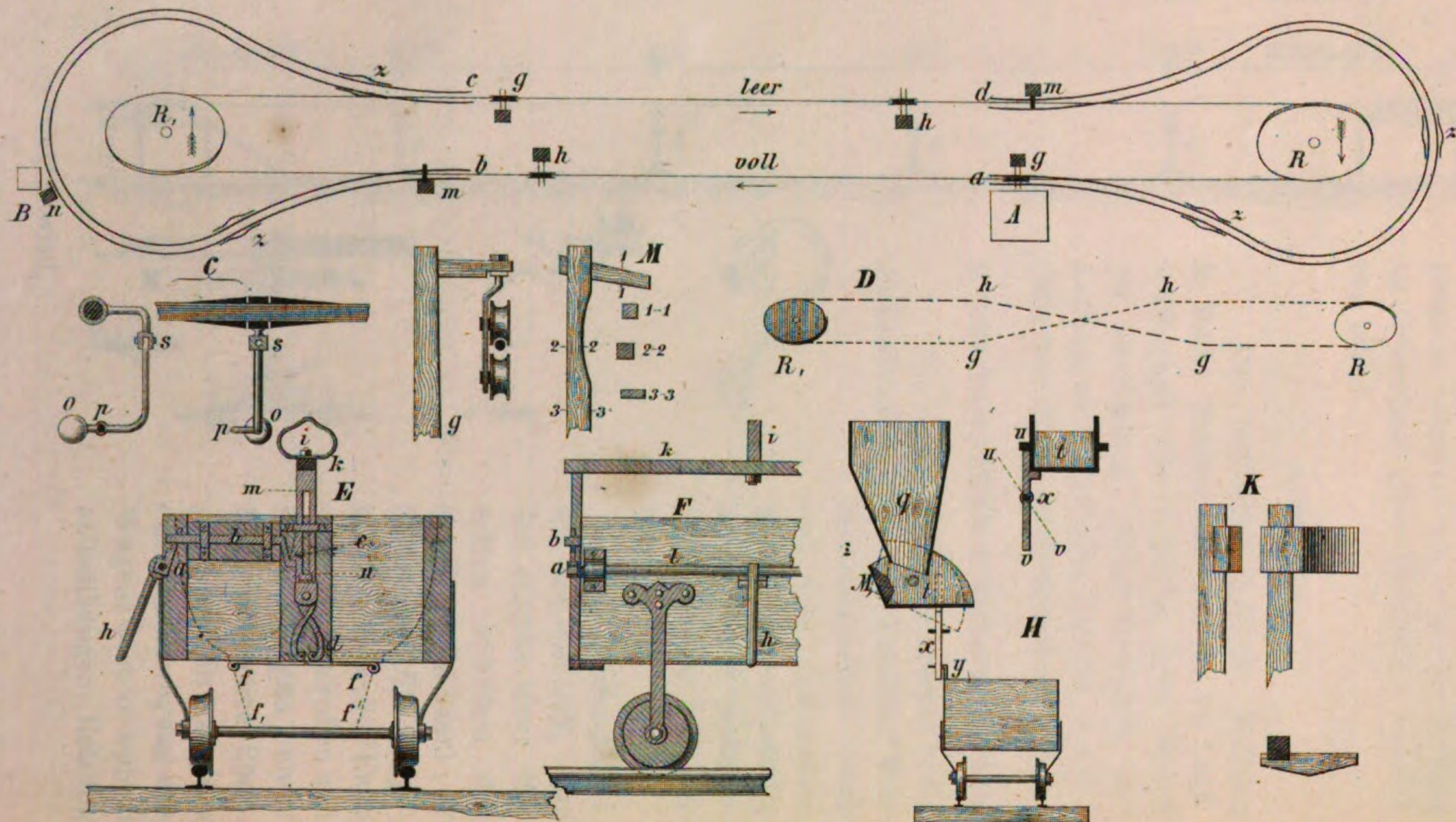
(Ausgestellt im Pavillon für Landwirthschaft.)

Diese, bereits schon oben erwähnte Drahtseilbahn dient der Kupferschieferförderung vom Martinsschachte nach der v. Krug-Hütte der Mannsfeld'schen Gewerkschaft und war durch ein Modell zur Anschauung gebracht; in der schon citirten Beschreibung, welche Leuschner 1872 geliefert hat, wird auch der Seilbahn Wire-Tramway-Brighton gedacht, welche 5 englische Meilen lang

Tafel C.



Tafel D.



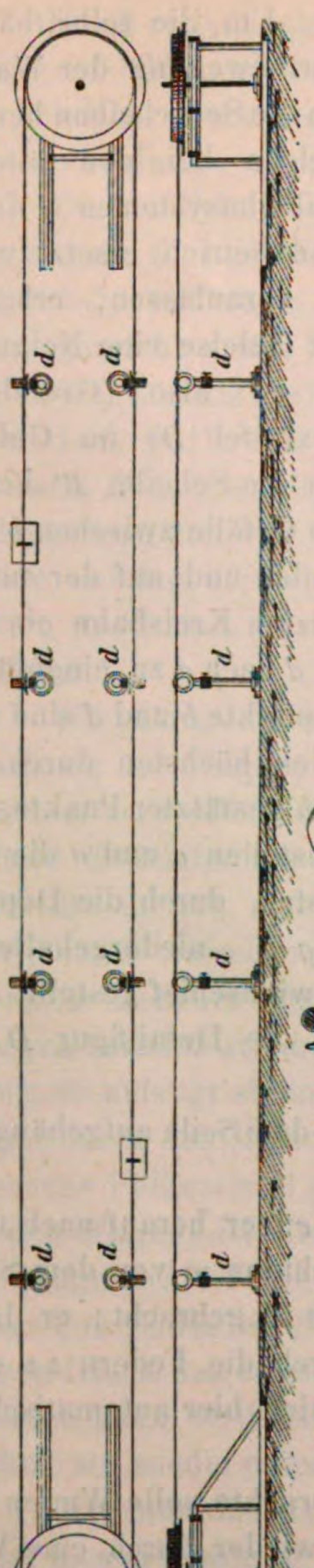
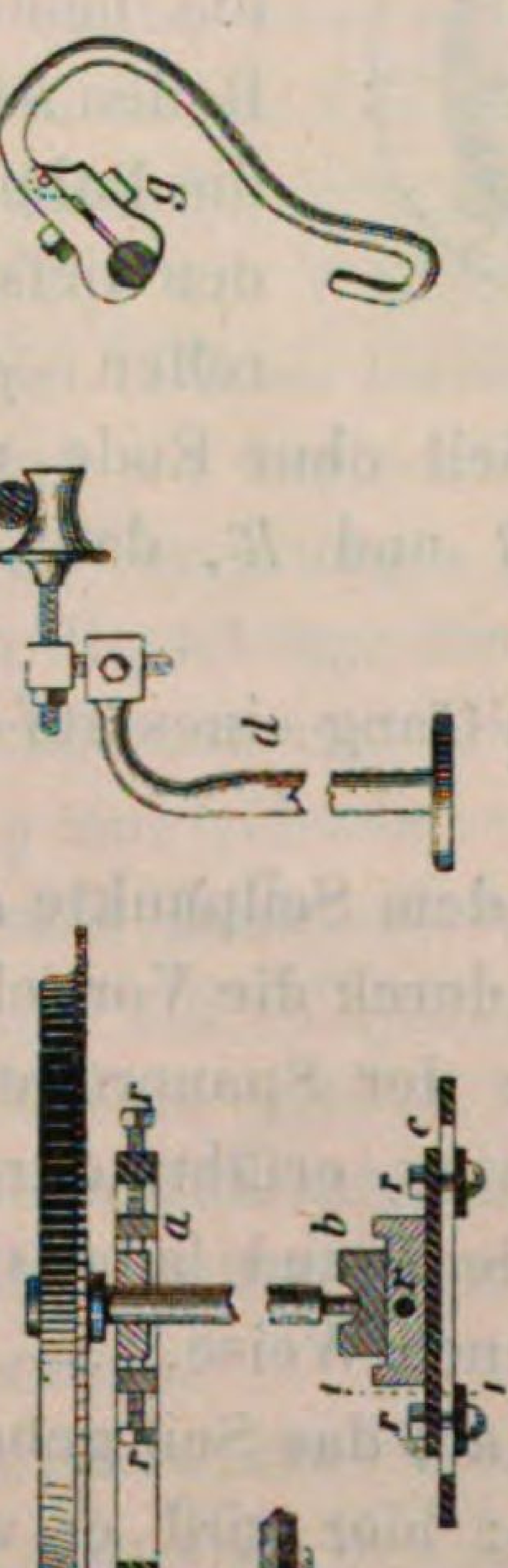



Fig. 8.

und um dessentwillen in ihrer Anlage von grossem Interesse ist, weil der Seilzug im Grundrisse einen förmlichen Winkelzug bildet.

4. Seilbahn.

Das landwirthschaftliche Museum in Berlin brachte im Pavillon der Landwirthschaft eine Seilbahn durch Modell zur Anschauung, deren Spannrolle und Ladeapparat durch die Figuren 4 und 5 (folgende Seite) wiedergegeben sind.

5. Seilbahn von Picker zu Bleiberg. (Project.)

Der Ingenieur Picker brachte in der Collectivausstellung der Kärntner Montanindustriellen durch ein sehr instructives Modell eine vollständig automatische Seilbahnförderung zur Anschauung.

Dieses charakterisirt sich dadurch, dass das mittelst einer Maschine zwischen den Scheiben *R* und *R'* (Texttafel *D*) eingeschaltete Seil ohne Ende nicht nur den vollen und leeren Wagen einen Hin-, respective Rückgang ertheilt, sondern dass die Bewegung des Wagens auch zu seinem selbstthätigen Beladen und Entladen benutzt wird.

Fig. 4.

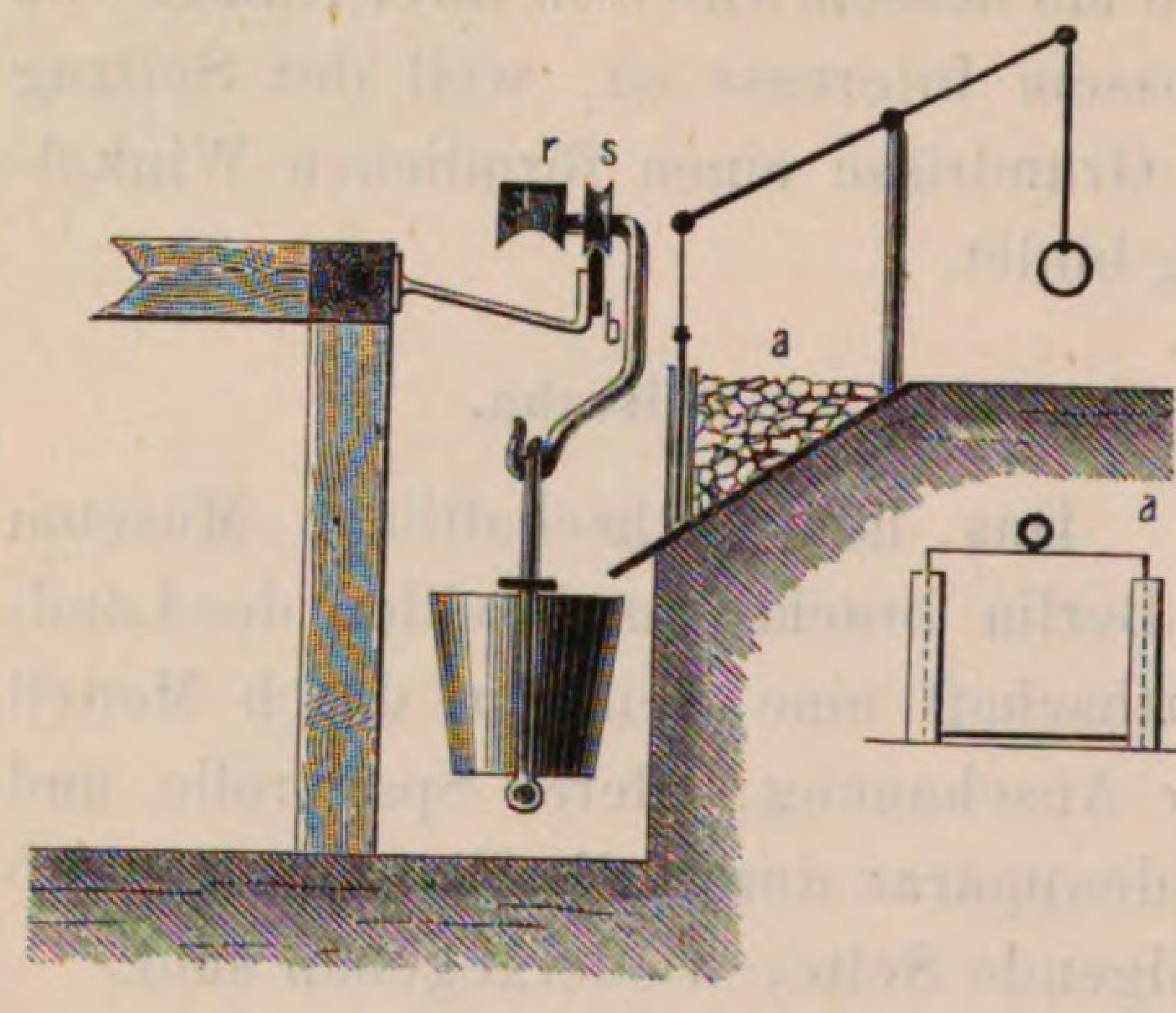
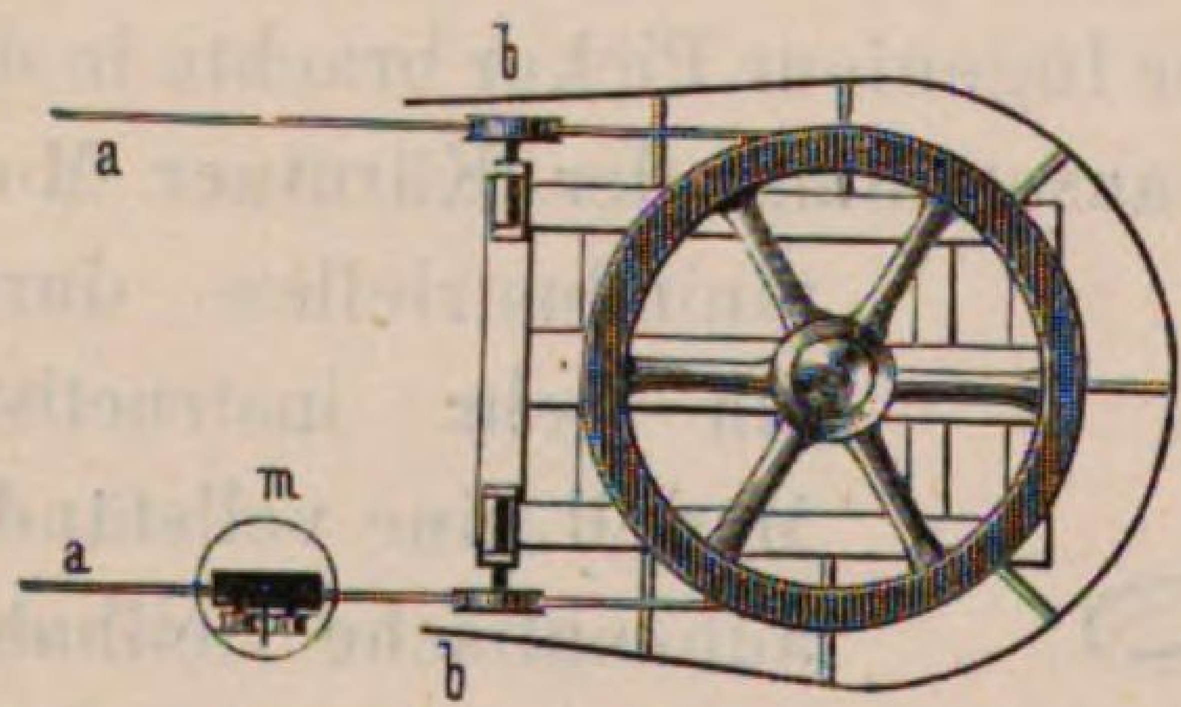


Fig. 5.



Um die selbstthätige Fortbewegung der Wagen um die Seilscheiben herum, welche bei den älteren Seilbahnsystemen durch Handbetrieb ersetzt wird, zu veranlassen, erhalten die Geleise eine Neigung; es ist also (Grundriss, Texttafel *D*) im Geleise um die Scheibe *R'* herum ein Gefälle zwischen *b* und *c* vorhanden und auf der entgegengesetzten Kreisbahn ein Gefälle von *d* nach *d* zu, eingeführt; die Bahnpunkte *b* und *d* sind also die beiden höchsten durch die Rollen *h h* gestützten Punkte, und die Bahnstellen *c* und *a* die beiden tiefsten, durch die Doppelrollen *g g* niedergehaltenen Punkte; hiernach ist das Seil ohne Ende windschief gestellt, wie Solches die Seilscheiben *R* und *R'*, dann die Detailfigur *D* andeuten.

Verfolgen wir nun den Gang eines auf dem Seile aufgehängten Wagens.

Derselbe kommt von dem Seilpunkte *c* leer herauf nach dem Seilpunkte *d*, hier wird er durch die Vorrichtung *m* von dem Seile auf das Umfahrungsgeleise der Spannrolle *R* gebracht; er läuft bergab um die Scheibe herum, erfährt durch die Federn *z z* eine Bremsung, passirt die Stelle *B* und ladet sich hier automatisch in der weiter unten beschriebenen Weise.

Nun geht der wieder auf das Seil gebrachte volle Wagen mit dem Seile bergauf nach *b*; hier wird er wieder durch eine Vorrichtung *m* auf das Umfahrungsgeleise der Scheibe *R'* gesetzt und fängt nun an, allein bergab zu laufen, in welchem Laufe er wieder durch die Federn *z z* gebremst wird.

Bei *B* entladet sich der Wagen durch die Vorrichtung *n* allein und macht leer seinen weiteren Weg, wieder in *z* gebremst, nach dem tiefsten Punkte *c*; worauf das schon beschriebene Spiel von Neuem beginnt.

Die Aufhängung des Wagens an das Seil erfolgt mittelst des Bügels *C*, und damit dieselbe sanft geschehen kann, ist der Bügel bei *s* mit einem Charniere versehen; auch hat der Bügel ein Contragewicht *o*, und hängt der Wagen an dem Stifte *p*.

Was nun die Uebertragungsvorrichtung des Wagens von dem Seile auf das Geleise betrifft, so ist einfach ein Holzarm *M* aufgestellt, welcher den Bügel zurückhält; der Wagen gelangt nun, frei von dieser Bügelführung, zu seiner selbständigen Fahrt auf dem tiefer als das Seil liegenden Geleite; das Zurückhalten des Bügels durch den Arm *M* verlangt ebenfalls das Bügelcharnier *s*.

Wir gelangen nunmehr zur Beschreibung der automatischen Ladung des Wagens an der Ladestelle *A*. Diese Vorrichtung ist durch *H* verdeutlicht. In einem Trichter *q* befindet sich das vorbereitete Füllmaterial; dasselbe gelangt von da in ein bewegliches Verschlussgefäss, welches um *t* drehbar und mit einem Contragewichte *M'* versehen ist. Dieses Gefäss *t* wird durch eine um den Punkt *x* drehbare Stütze *u v* horizontal gehalten. Kommt nun der Wagen vermittelst eines Vorsprunges *y* mit dieser Stütze in Berührung, so gelangt sie in die schräge Stellung *u' v'*, der Verschluss *t* kippt durch den Materialdruck und bildet nunmehr für das abgemessene Füllmaterial *q* eine Gleitebene zum Herabrollen der Ladung in den Wagen; ist dieses Herabrollen vollzogen, so gelangt das Contragewicht *M'* wieder zur Wirkung und stellt die horizontale Lage des Bodenverschlusses wieder her, welche durch den alleinigen Druck des erneuten Füllmateriales *q* desshalb nicht verrückt werden kann, weil sich die ober ihrem Schwerpunkte aufgehängte Stütze *uv* wieder unterstellt.

Was nun das automatische Entladen anbelangt, so erfolgt dies (Figuren *E*, *F* und *K*) in folgender Weise:

Bei der Entladestelle *B* befindet sich neben dem Geleise an der Stelle *n* eine Streifvorrichtung, wie sie durch die Figur *K* dargestellt ist; mit diesem Streifen kommt die Klinke *h* (Figuren *E* und *F*)

in Berührung; es wird damit der Riegel *b* zurückgeschoben, wodurch der Verschluss *k* zum Niederfalle gelangt; hierdurch klappt sich die Schere *d* auf, und es fallen die Bodenklappen des Wagens *f f* herab bis zur Lage *f′f″*; der Wagen ist also entleert.

Das Zumachen des Bodenverschlusses geschieht wiederum automatisch. Da nämlich die Wagenbügel *C* immer mit dem Seile kreisen, so muss ein Punkt eintreten, wo ein solcher Wagenbügel den herabgefallenen Riegelring *i* fängt.

Weil nun das Seil beim Leergange von *R′* nach *R* eine aufsteigende Tendenz hat, so wird dieser successive Höhergang des Bügels auch die Schere *d* wieder heben; dieses Heben bringt die Scherenklappen und die an ihren Enden hängenden Bodenklappen wieder zum Zusammenzuge, respective zum Wagenschlusse. Damit dieser Verschluss jedoch versichert werde, schiebt sich der Riegel *b* wieder ein, und zwar vermöge der Federung der Klinke *h*.

Erfahrungen mit diesem Bremsbergsysteme sind uns nicht bekannt geworden; man kann jedoch dem Erfinder über die sinnreiche Anordnung des Details seine Anerkennung nicht versagen.

§. 6. Schwebende Bahnen aus starren Schienen.

Derlei Eisenbahnen, oft auch Hängebahnen genannt, haben mit den Seilbahnen Das gemeinsam, dass das Geleise durch die Luft gestreckt ist und die Wagen von dem Geleise herniederhängen; sie unterscheiden sich aber von den Seilbahnen wesentlich durch die Starrheit ihres Geleises.

Die Gattung dieser starrgeleisigen, schwebenden Eisenbahnen ist schon alt, sie ist jedoch neuestens durch die Verfeinerung der Seilbahn wieder in den Vordergrund gedrängt worden, und man kann nicht umhin, ihr bei bestimmten localen Vorkommnissen eine grosse Berechtigung desshalb zuzusprechen, weil die Unterbaukosten einer solchen Bahn gering und Fälle denkbar sind, wo das in Rede stehende System gerade beim Erdbaue (auch als Hilfsbahn beim Eisenbahnbaue überhaupt) von grossem Vortheile ist.

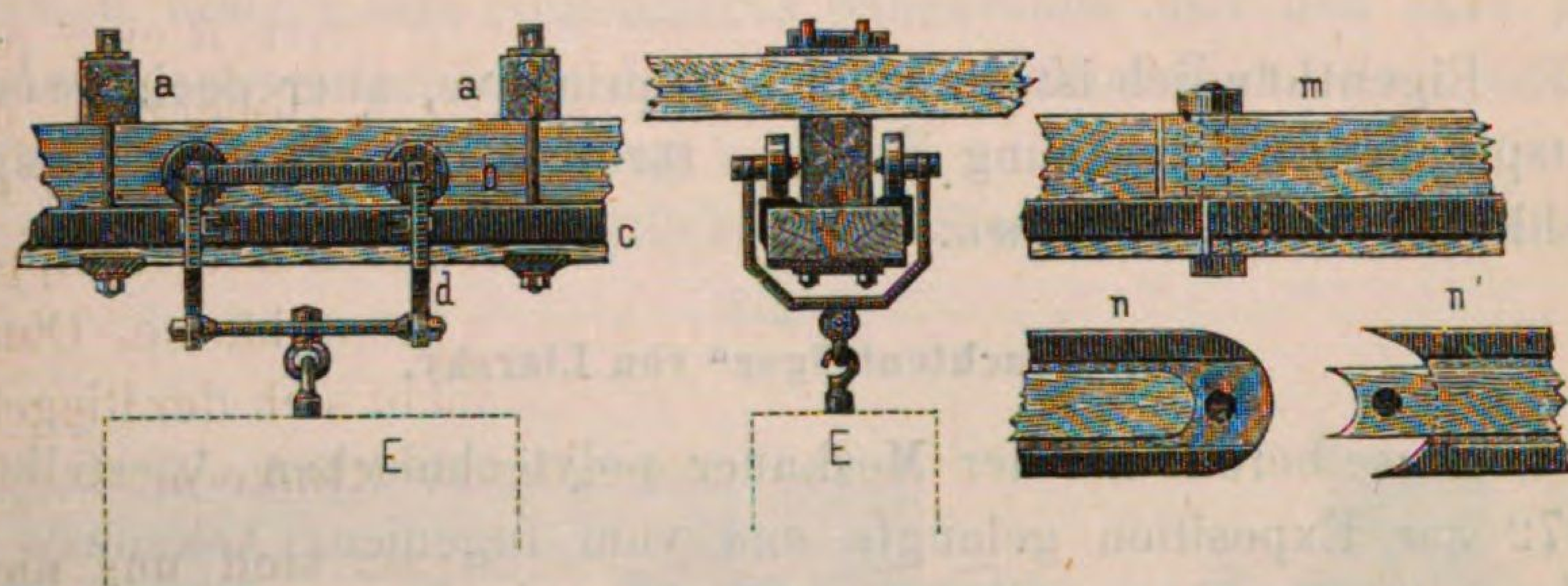
Diese Ansicht war auf der Wiener Weltausstellung auch dadurch zum Ausdrucke gebracht, dass durch einige Objecte dieser Gegenstand lebhaft verfolgt wurde.

Insbesondere sind die folgenden Objecte diesfalls hervorzuheben.

1. Salinenbahn zu Hall.

Die k. k. Salinenverwaltung Hall brachte durch ein in der additionellen Ausstellung deponirtes Modell diese Bahnanlage zur Anschauung, welche in Figur 6 wiedergegeben ist.

Fig. 6.

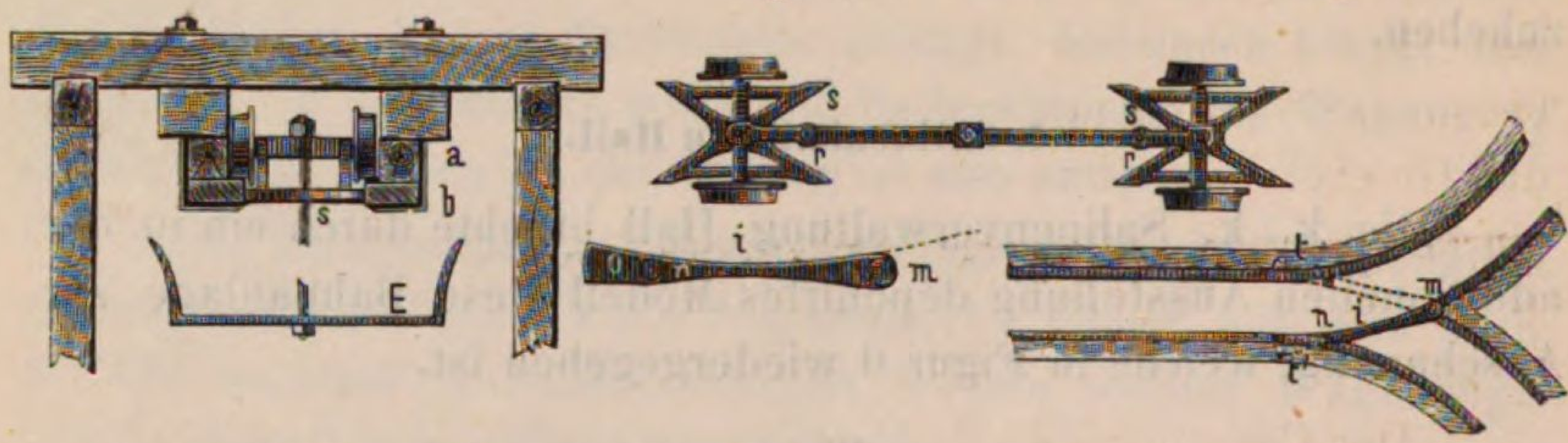


Die Figur bedarf keiner näheren Erläuterung; sie zeigt indess eine ausserordentliche Zweckmässigkeit der Details, von denen wir besonders auf zwei aufmerksam machen: *a)* auf die Aequilibrirung des Wagens durch Seitenrollen auf den Eckschienen, und *b)* auf die sehr sinnreiche Anordnung bei Krümmung der Bahn. Letztere wird nämlich durch die Zusammenfügung zweier in Kreisform convex, respective concav ausgeschnittenen und durch einen Bolzen gekuppelten Gestängetheile *n n'* bewerkstelligt.

2. Salinenbahn zu Ischl.

Auch diese Bahnanlage war durch ein Modell Seitens der k. k. Salinenverwaltung Hall in der additionellen Ausstellung zur Anschauung gebracht. Diese Förderanlage unterscheidet sich, wie Figur 7 zeigt, von der früheren dadurch, dass jeder Schienenstrang einen separaten Träger hat und das Fördergefäss an einem Laufwagen hängt, welcher für den Gang in Curven mit einer Charnierkuppelung versehen ist; die zwischen jedem Räderpaare angebrachten Andreaskreuze dienen zur Führung, das heisst zur Abwehr einer zu schrägen Stellung der Radachsen in Curven.

Fig. 7.

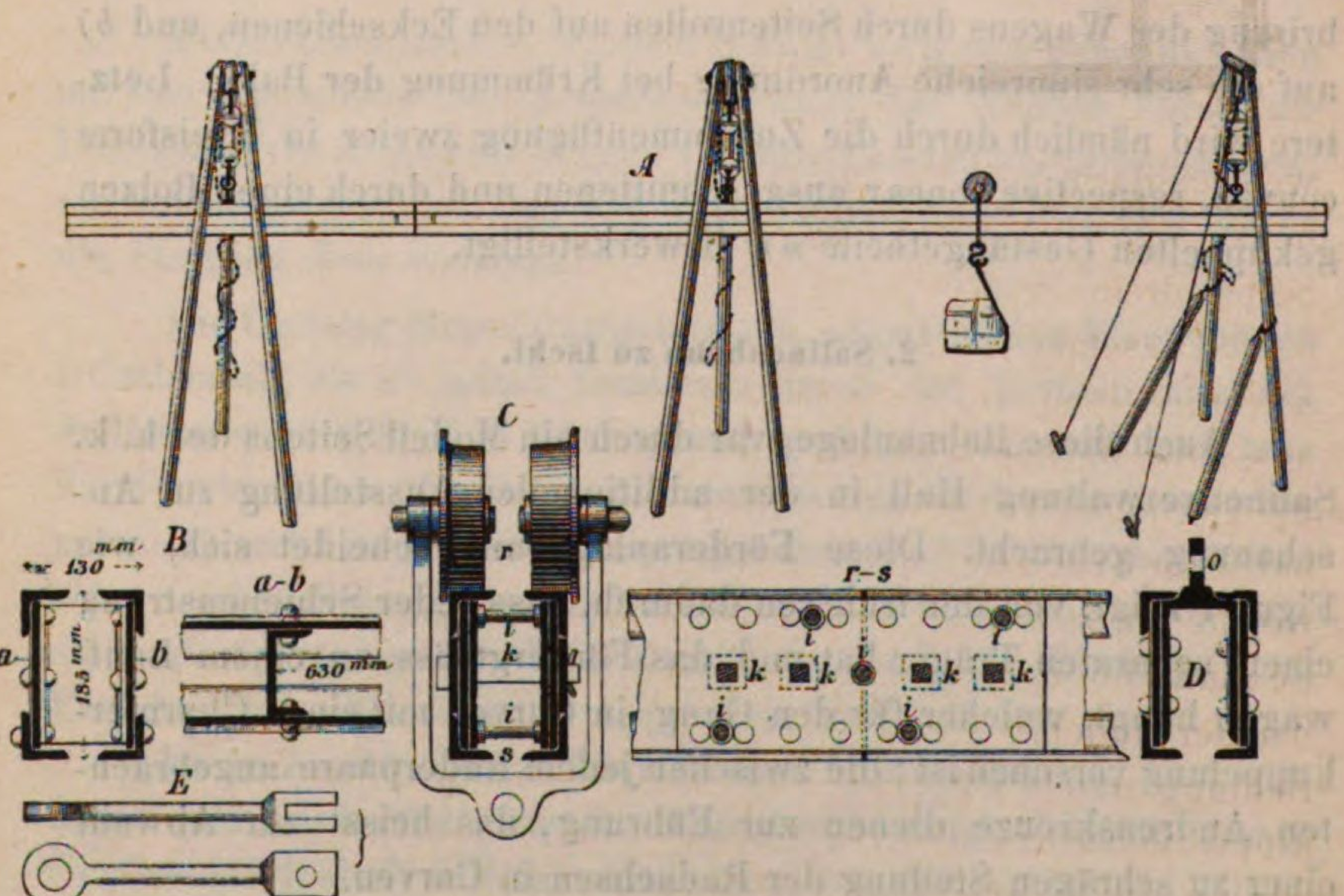


Eigenthümlich ist die zwar sehr primitive, aber doch zweckentsprechende Anordnung der in *i* für das Contrageleise ausgekehlten Weichenzunge *m n*.

3. „Frachtenträger" von Liarsky.

Diese bereits auf der Moskauer polytechnischen Ausstellung 1872 zur Exposition gelangte und vom Ingenieur Askenasy zu Odessa in v. Heusingers „Organ" 1873 beschriebene, auch „Grusokat" genannte Förderanlage war in Wien im Originale zur Ausstellung gebracht.

Fig. 8.



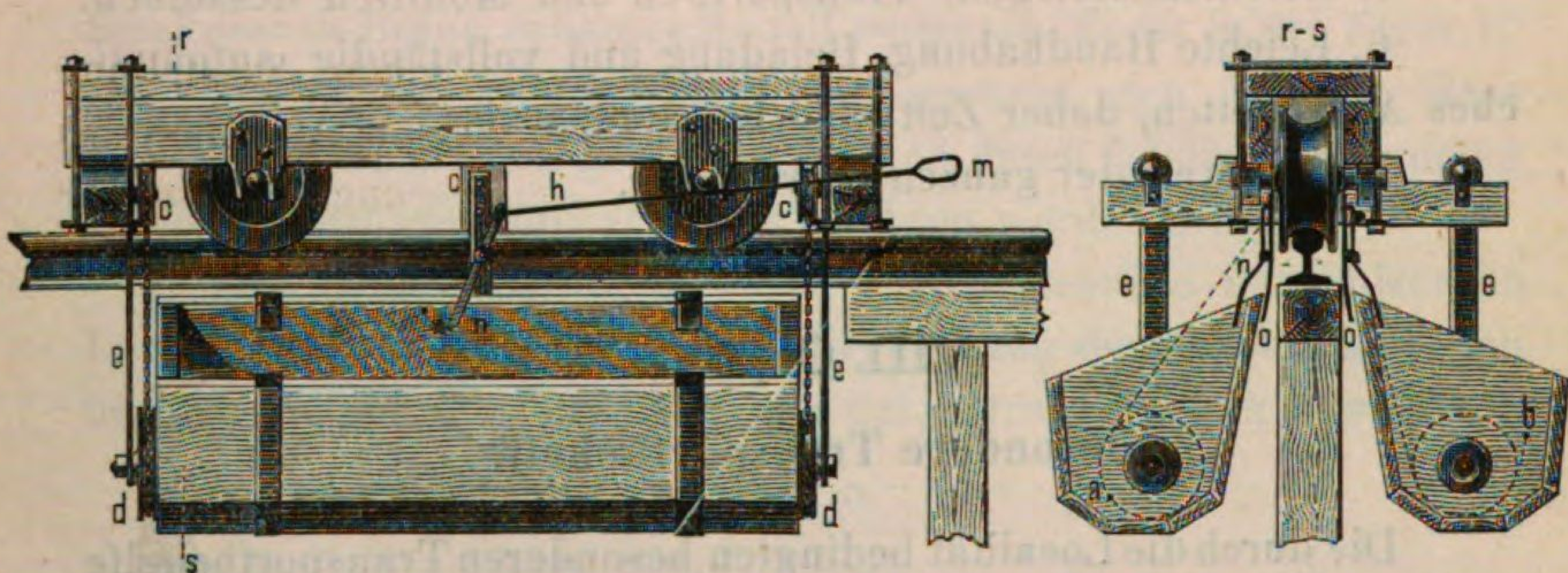
Die Figur 8 erläutert diese Förderanlage zur Genüge, und bemerken wir hier nur, dass der Laschung der Schienenstösse eine besondere Sorgfalt gewidmet und durch Flaschenzüge, an denen das Geleise hängt, die Einrichtung ermöglicht ist, dem Geleise ein beliebiges Gefälle ertheilen zu können.

4. Fördersystem von Steckel.

Der Constructeur, Herr Maurermeister Berthold Steckel zu Breslau, brachte sein eingeleisiges Bahnsystem und den dazu gehörigen symmetrischen Fördertrog durch ein Modell und einen erläuternden Text zur Anschauung.

Die Figur 9 verdeutlicht das Steckel'sche Fördersystem,

Fig. 9.



welches darin besteht, dass auf einem einzelnen, gestützten Schienenstrange ein Wagen fortgeschoben wird, welcher zu beiden Seiten drehbare Fördertröge trägt.

Dieselben hängen an Flacheisen *ee* und werden durch Zinken *n* festgehalten, welche mittelst eines gemeinsamen Hebels *n*, *h*, *m* ausgelöst werden können. Das Auskippen und Wiederaufrichten der gekippten Tröge ist für beide gemeinsam; zu diesem Zwecke hat jeder Trog zwei, je an der Stirnseite angebrachte Seilscheiben *d*, welche durch eine Kette gekuppelt sind, die je über die Spannrolle *cc* läuft; bei der einen Seilscheibe ist die Kette in dem Punkte *a*, bei der anderen in dem Punkte *b* befestiget und durch diese Einrichtung erzielt, dass, wenn der eine Trog kippt, auch der andere kippen muss, und dass, wenn der eine Trog wieder aufgerichtet wird, sich der andere selbstthätig mit aufrichtet.

Herr Steckel ist beim Aussinnen seiner Construction sehr richtig durch den Gedanken geleitet worden, dass man bei Förderungen an Arbeitskraft sparen, die mechanische Kraft bevorzugen und die Vereinfachung des Betriebsmateriales und der Anlage anstreben muss, und hat für die praktische Verwendung auf dem Bauplatze auch noch der Drehscheibenanlagen gedacht, durch welche die Abzweigung auf andere Geleise dieses Bahnsystemes ermöglichet ist. Als Vortheile recapitulirt der Erfinder folgende:

1. Unabhängigkeit von den Terrainverhältnissen.
2. Leichte Herstellung, leichtes Heben und Verrücken des Geleises.
3. Reinerhaltung des Geleises.
4. Einfacher Mechanismus des Wagens.
5. Leichtes Zerlegen, Transportiren und Montiren desselben.
6. Leichte Handhabung, Beladung und vollständig automatiches Ausschütten, daher Zeit- und Kraftersparniss.
7. Billigkeit der ganzen Einrichtung.

VIII. Capitel.

Besondere Transportbehelfe.

Die durch die Localität bedingten besonderen Transportbehelfe spielen heutzutage im Erdbaue eine bedeutende Rolle, und die Wahl, welche der Ingenieur unter ihnen trifft, ist immer der Ausdruck der Fähigkeit seiner Conception und der Grösse seiner praktischen Erfahrung.

Es liegt in der Natur der Sache, dass diese besonderen Transportbehelfe in ihrer Gänze niemals aufgezählt werden können, weil die Eingebung des Gedankens von dem jeweiligen besonderen Falle abhängig ist.

Heutzutage sehr übliche solche besondere Transportbehelfe sind:

1. Die besondere Tracenausmittelung für Interimsbahnen, also auch die Umfahrung der Ein- und Anschnitte.
2. Die Schlagung von besonderen Brücken für solche.
3. Die Anwendung von besonderen Durchfahrtstollen.

4. Die Herstellung rationeller Geleisepläne, sowohl an der Abgrabe-, wie an der Entladestelle und an den Rangirorten.

5. Die geschickte Anwendung von Fahrrichtungs- und Fahrniveauveränderungen, als Drehscheiben, Schiebebühnen, Weichen, Hebe- und Senkvorrichtungen etc.

6. Besondere Einrichtungen der Geleise und Fördergefässe bei scharfen Curven; etc. etc.

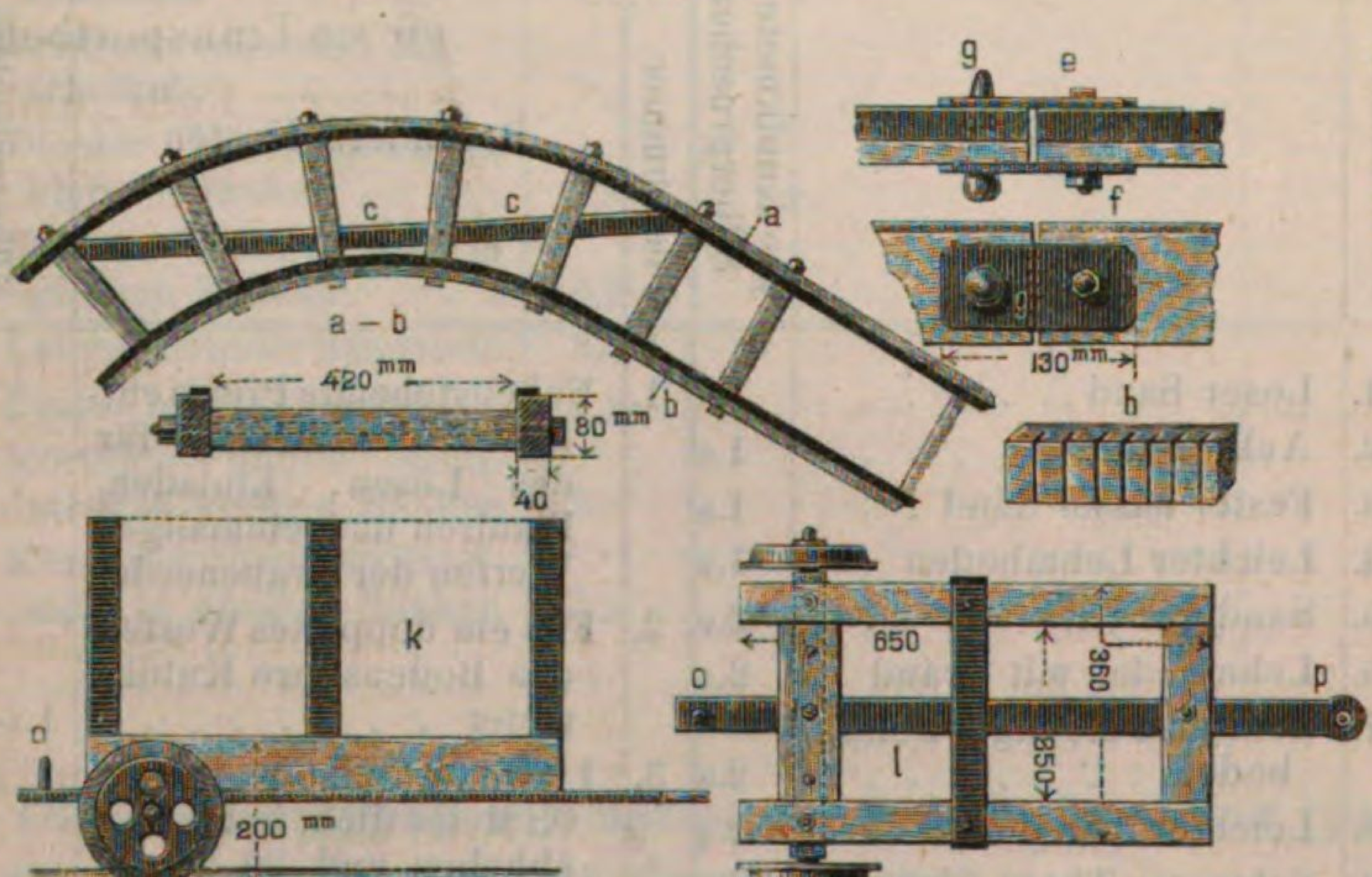
Auch dieses wichtige Gebiet im Erdbaue fand auf der Ausstellung seine Vertretung, welche wir theilweise schon in Früherem bei der Besprechung der Baudisposition erwähnt haben. Hier kann speciell nur noch hingewiesen werden auf:

Das System transportabler Geleise von H. Corbin.

Dieses System war auf der Ausstellung durch ein von Max Strakosch in Brünn gebautes Modell vertreten. Es ist in der Figur 10 zur Anschauung gebracht und kennzeichnet sich dadurch, dass das Geleise sehr stark gekrümmt ist und durch für diese Krümmung eigens construirte Fördergefässe befahren werden kann.

Die Krümmung wird durch Sägeeinschnitte der hölzernen Langschwellen (*h* in Figur 10), die Festhaltung der Krümmung durch besondere Bänder *c c*; die Fixirung der Spurweite durch Anwendung

Fig. 10.



von Druck- und Zugbolzen (Schnitt *ab*); endlich die Befahrung in dieser Krümmung durch eigenthümlich construirte Wagen erzielt.

Die Letzteren haben nur ein Räderpaar und klappen vermöge der Langschiene *op* immer auf den Nachbarwagen, respective auf dessen Radgestelle; die Verbindung geschieht vermittelst des Bolzens *o*, welcher selbst die schärfsten Radwendungen zulässt.

IX. Capitel.

Kosten der Erdarbeiten.

Die Kosten der Erdarbeiten waren auf der Ausstellung vertreten durch Angaben der Direction der Venlo-Hamburger Bahn und durch jene der österreichischen Nordwestbahn.

a) Venlo-Hamburger Bahn.

Diese Direction gewährte für die Ausführung folgende Preise, welche theilweise unterboten, theilweise überboten, im Ganzen jedoch vollkommen ausreichend waren.

Tabelle für die Gewinnung (Lösen) der Erd- und Felsmassen.

(Venlo-Hamburger-Bahn.)

Postnummer	Bodenart	pro Kubikmeter Silbergroschen	Postnummer	Besondere Kosten	Silbergroschen
1.	Loser Sand	1.5	1.	Nebenstehende Preise enthalten den Betrag für das Lösen, Einladen, Planiren und einmaliges Werfen der Grabenerde.	
2.	Ackererde	1.6			
3.	Fester nasser Sand . . .	1.8			
4.	Leichter Lehmboden . .	1.9			
5.	Sandiger Kies	2.0	2.	Für ein doppeltes Werfen des Bodens pro Kubikmeter	1.1—2.3
6.	Lehmboden mit Grand .	2.4			
7.	Schwerer steiniger Lehmboden	2.9	3.	1 Quadratmeter Rasen, 0.1 Meter dick, in Platten abheben und 20 bis 40 Meter seitlich deponiren	0.3
8.	Leichter Thonboden . .	2.4			
9.	Schwerer Thonboden . .	3.2			

Postnummer	Bodenart	pro Kubikmeter Silbergroschen	Silbergroschen	Besondere Kosten	Postnummer
10.	Grober Sand mit Thon .	3.9	4.	1 Quadratmeter Mutterboden (einen Stich), 0.2 Meter stark abdecken, 20 bis 40 Meter entfernt deponiren	0.4
11.	Fester und trockener zäher Thon	6.2			
12.	Trockenes Torfmoor . .	1.9			
13.	Nasses Torfmoor	2.4	5.	Einen laufenden Meter Hecke ausroden . . .	1.1
14.	Steingerölle und kleinbrüchiger Felsen . .	3.4	6.	1 Quadratmeter dünnes Schlagholz mit Wurzeln ausroden und das Holz zur Seite stapeln . . .	1.0
15.	Kreide, Kreidekalk und Kreidemergel	4.7			
16.	Lose Keuperformation (mergelig)	4.7			
17.	Feste Keuperformation (Keupersandstein) . . .	7.1			
18.	Felsen mit Brechstange und Spitzhacke lösbar .	5.0			
19.	Felsen theilweise mit Pulver zu sprengen . .	6.8			
20.	Felsen nur mit Pulver etc. zu sprengen . . .	9.0			
21.	Leichtbrechender Muschelkalk	4.7			
22.	Schwerbrechender Muschelkalk	7.1			
23.	Dichter Muschelkalk in kleinen Bänken	9.5			
24.	Dichter Muschelkalk in grossen Flötzen	12.6			
25.	Leichter bunter Sandstein	5.0			
26.	Fester bunter Sandstein .	7.2			
27.	Körniger bunter Sandstein in kleinen Bänken	9.5			
28.	Körniger bunter Sandstein in grossen Bänken	11.3			

Die Transportirung der Massen wird nach der früher (pag. 265) angegebenen Tabelle besonders berechnet.

Beide Tabellen (Lösen und Transportiren) enthalten die Normalpreise für die Ausführung; bei der Veranschlagung werden etwa um $^1/_8$ höhere Preise berechnet.

Bei der Venlo-Hamburger Bahn wurden auf $52._{05}$ Meilen doppelgeleisiger Linie 10,334.780 Kubikmeter (also pro Meile circa 198.000 Kubikmeter oder pro Kilometer circa 26.400 Kubikmeter) Erd- und Felsenmassen bewegt, und kosteten dieselben im Ganzen je nach der Transportweite zwischen $4._7$ bis $14._9$ Silbergroschen pro Kubikmeter.

b) Oesterreichische Nordwestbahn.

Die österreichische Nordwestbahn hat ihre Erd- und Felsarbeiten in 6 Kategorien getheilt und je nach den localen Verhältnissen der einzelnen Strecken dafür folgende Lösepreise in Kreuzern österreischischer Währung pro Kubikmeter bezahlt:

I	II	III	IV	V	VI
15--30	20—45	27—60	42—82	60—110	105—180

Die Transportirung wurde nach der früheren Tabelle (pag. 263) besonders berechnet.

Auf der garantirten eingeleisigen Stammlinie sind auf $79._{775}$ Meilen 13,760.213 Kubikmeter, also à Kilometer 22.737 Kubikmeter bewegt worden, und hat der Aushub und die Anschüttung im Mittel pro Kubikmeter $41._5$ Kreuzer, der Transport $23._2$ Kreuzer pro Kubikmeter, zusammen also $64._7$ Kreuzer pro Kubikmeter gekostet.

Es ist nicht ohne Interesse, die bei der Venlo-Hamburger und der österreichischen Nordwestbahn gebrauchten, schon im Früheren vorgeführten Transporttabellen in Vergleich mit einigen anderen derlei Tabellen gestellt zu sehen. Wir geben desshalb in dem folgenden Tableau eine Uebersicht verschiedener Transporttabellen; dabei bemerkend, dass einige davon den theoretischen Transport an und für sich, andere schon die Einbeziehung jener Auslagen enthalten, welche dem Unternehmer für Vorhaltung und Abnützung der Förderbahnen und Geräthe etc. etc. gebühren. Wir weisen auch hierher gehörig auf die vortrefflichen theoretischen Entwickelungen der Trans-

portformeln hin, wie sie Maschek, Gerstner, Henz, Weisbach, Hoffmann, Overbeck, Heine, Plessner und insbesondere neuestens die Professoren Dr. E. Winkler in Wien in seinem bekannten Werke und Professor Launhardt zu Hannover in der „Zeitschrift des Architekten- und Ingenieurvereins zu Hannover" (1874, pag. 193) gegeben haben, welche beide letzteren Abhandlungen gegenwärtig wohl das Vortrefflichste auf dem Gebiete der theoretischen Gestaltung der Transporttabellen repräsentiren.

Zusammenstellung verschiedener Transporttabellen.

Transportweite in Metern	Henz	Overbeck	Funk (Veranschlagung)	Eisenbahnkalender	Launhardt	Venlo-Hamburg (Ausführung)	Bayer. Staatsbahn Locomotiv-Transp.	Oesterr. Nordwestbahn	Plessner	Gotthardbahn
	Kreuzer österreichischer Währung									
20	5	11	5	5	7	4	14	9	5	11
50	7	13	7	7	9	7	16	12	6	13
100	10	16	10	10	11	9	18	14	9	16
150	13	18	12	13	14	11	20	16	12	17
200	15	21	14	15	17	13	21	18	15	19
300	18	24	18	19	20	17	24	22	18	23
400	21	27	22	22	23	20	27	26	20	26
500	23	31	25	25	26	23	30	30	23	29
600	25	34	27	27	28	24	32	34	26	32
700	27	36	28	29	29	25	34	38	30	34
800	28	28	30	31	30	27	36	42	31	37
900	29	40	31	33	31	28	37	46	32	39
1.000	31	.	32	35	33	29	39	50	33	42
1.200	32	.	34	38	35	31	42	57	37	45
1.400	34	.	36	41	37	33	44	63	40	49
1.600	35	.	38	44	39	35	47	69	43	52
1.800	37	.	40	47	41	37	49	75	45	55
2.000	38	.	42	50	43	38	50	81	49	59
2.500	41	.	45	55	47	41	54	92	54	63
3.000	44	.	48	60	50	44	59	102	60	67

Transportweite in Metern	Henz	Overbeck	Funk (Veranschlagung)	Eisenbahnkalender	Launhardt	Venlo-Hamburg (Ausführung)	Bayer. Staatsbahn Locomotiv-Transp.	Oesterr. Nordwestbahn	Plessner	Gotthardbahn
	Kreuzer österreichischer Währung									
3.500	47	.	51	63	53	47	64	112	62	.
4.000	49	.	54	65	56	50	68	122	67	.
5.000	54	.	57	70	60	53	75	142	72	.
6.000	59	.	60	75	64	56	82	162	80	.

IV. Abschnitt.

Aussergewöhnliche Unterbauten.

Diejenigen Unterbauten, welche durch ihre Seltenheit auffallen, konnte man auf der Ausstellung in drei Gruppen trennen, nämlich: *a)* in eine aussergewöhnliche Reconstruction, *b)* in Dammbildungen im Wasser und *c)* in hölzernen Unterbau im Wasser.

I. Capitel.

Reconstruction des Unterbaues.

Wiederherstellung des devastirten Bahnkörpers bei Patsch auf der Brennerbahn.

Ausstellung von Karl Zelinka, Inspector der Südbahn (österreichische Abtheilung, Hof, Gruppe XVIII.)

In dem felsigen Rutschterrain der Brennerbahn ist es insbesondere die Strecke in der Nähe der Station Patsch, auf welcher schon während des Baues der Brennerbahn und während des seitherigen Betriebes bedeutende Reconstructionsarbeiten ausgeführt werden mussten.

Eine höchst eigenthümliche derartige Arbeit musste zwischen dem Mühlthaltunnel und dem dicht angrenzenden Moserwiestunnel während des Bahnbetriebes auf einer in 1 : 40 liegenden und etwa 340 Meter langen Bahnstrecke ausgeführt werden, eine Arbeit, welche durch eine kurze Beschreibung, durch ein sehr sauber und naturgetreu vom Kunsttischler und Bildhauer R. Sax in Innsbruck verfertigtes Modell und durch sehr sachlich gehaltene Pläne dargestellt war.

Zwischen den beiden Tunneln befand sich, wie Figur 1 und Figur 3, Blatt II, dies näher verdeutlichen, vor einem kurzen, aber 23 Meter hohen Damme, ein sogenannter Bachtunnel, welcher die Wasser des Mühlthalbaches, anstatt auf der Sohle des Thales nunmehr unterirdisch unter dem Anfange des felsigen Einschnittes des Bahnkörpers wegführte.

Gegen die Berglehne war das alte Bachbett durch eine Deponirung des Tunnelmateriales verstürzt, welche zum Damme gehörte, so dass der Damm nur eine thalseitige Böschung hatte.

Die aussergewöhnlich starken Schneemengen im Winter 1870/71 brachten im Frühjahre 1871 durch rasche Schmelzung und durch warme, starke Regen unterstützt, eine solche grosse und rapide Menge Wassers zu Thal, dass viele Stellen der Brennerbahn, besonders aber die hier geschilderte Stelle devastirt wurden.

Am 18. Juni 1871 strömten bei 26 Grad Réaumur im steilen Mühlthalbache so gewaltige Wassermassen herab, dass Steine von $1\frac{1}{2}$ Kubikmeter und grosse Baumstämme mitgeführt wurden, und dass sich der 14 Quadratmeter freie Fläche haltende Bachtunnel trotz seines Gefälles von $18{\cdot}_4\,^0/_0$ verstopfte.

Die Wassermassen stauten sich auf, überstiegen die genannte Deponirung, drangen in den Mühlthaltunnel ein, und ein Theil der Wasser floss brausend durch diesen in 1:40 liegenden Bahntunnel, während der andere Theil den Damm überspülte und diesen durchriss. Am Abende des 19. Juni war der Damm schon auf 13 Meter Tiefe und $55\frac{1}{2}$ Meter Weite durchgerissen und waren binnen 20 Stunden 30·000 Kubikmeter felsiges Dammmaterial in die Tiefe des Silflusses geschwemmt, wobei der Umstand eintrat, dass das Bahngeleise im Zusammenhange blieb und in der auf Figur 5 angedeuteten Curve A′ B′ C′ D′ über dem Abgrunde gefahrdrohend schwebte. Es trat nun an die Organe der Bahnerhaltung die höchst schwierige technische Aufgabe heran, die Betriebsunterbrechung sofort durch ein Provisorium und dann möglichst rasch definitiv zu beheben.

a) Provisorium.

Für das Provisorium wurde die Herstellung einer hölzernen Brücke gewählt, welche in Figur 5 verdeutlicht ist. Schon am 20. Juni

Abends wurde mit diesem Holzbaue begonnen und derselbe, wiewohl 60 Meter lang und $11^1/_2$ Meter hoch, binnen 11 Tagen derartig hergestellt, dass die Bahngesellschaft den Betrieb mit ihren schweren Brennerlocomotiven (950 Centner ausser = 1010 Centner im Dienste, 450 Centner Tender im Dienste) schon am 1. Juli wieder eröffnen konnte.

Diese rasche Herstellung, bei welcher besonders der Zimmermeister Fiedler in Steinach thätig war, und welche von dem Ingenieur Johannsen geleitet wurde, ist aller Anerkennung um so mehr werth, als das benöthigte Holz erst gefällt, 1 bis 2 Meilen zur Bahn zugeführt und 1 Meile von der Station Matrei auf der Bahn bewegt werden musste.

Die Güte des Provisoriums, welches in einem Bahngefälle von 1 : 40 und in einem Radius von 380 Meter lag und bei dem nur stumpfe Zusammenstösse und Eisenklammerungen und nur einfache Ueberplattungen angewendet wurden, erhellt am besten aus der Thatsache, dass es 16 Monate lang dem ungestörten Betriebe diente.

Die Herstellung und Unterhaltung des Provisoriums verursachte trotz der enormen Bauschwierigkeit und der Dringlichkeit der Arbeit nur einen Kostenaufwand von 14.400 fl. ö. W.

b) Reconstruction.

In richtiger Erkenntniss der localen Verhältnisse wurde die Reconstruction der beschädigten Stellen nicht wieder durch eine Dammschüttung, sondern durch die Erbauung einer Brücke disponirt und wurde die Herstellung einer Gitterbalkenbrücke von 18·4 Meter lichter Spannweite gewählt.

Die Ausführung dieser Brücke war desshalb sehr schwierig, weil eine andere Bahnachse nicht gewählt werden konnte und der Neubau im räumlichen Bereiche des Provisoriums erfolgen musste.

Die schwierigste Arbeit war die Fundirung des tiefen Widerlagers der Brücke. Sie wurde, wie die Figuren 5 und 6 es zeigen, dadurch ermöglichet, dass man das Provisorium mittelst eines auf starke Mauerklötze basirten Sprengwerkes auffing und unter diesem Schutze den Fundirungsschacht teufte.

Vor dieser Teufung war die Beweglichkeit in dem Gerüste durch Steinausschlichtung verhindert worden.

Man mauerte nun den Grundpfeiler vom gewachsenen Felsgrunde in dem $12 \cdot_7$ Meter tiefen, $5 \cdot_{06}$ Meter und $9 \cdot_{49}$ Meter breiten und langen Schachte auf, stellte auf dieses Fundament das Widerlager und entfernte in dem Maasse des Höhergehens der Mauerung das hindernde Holz des Provisoriums, welches durch verlorene Zimmerung im Bestande erhalten wurde.

Das nördliche Widerlager wurde auf ausgesprengten Felsgrund gestellt, und verursachte die Herstellung desselben keine grossen Schwierigkeiten.

Die Montirung der Brücke geschah ebenfalls unter dem Schutze des Provisoriums.

Für den Wasserabfluss wurde ein gemauertes Gerinne hergestellt, dessen Profile aus Figuren 4 und 7 ersichtlich sind.

Die ganze Reconstructionsarbeit wurde in der ersten Hälfte des Monates April 1872 begonnen und war bereits am 18. November 1872 betriebsmässig vollendet; die Kosten der Reconstruction betrugen 80.000 fl., in welcher Summe die Kosten des Gerinnes sowie die Kosten der Eisenconstruction für zwei Geleise (letztere mit 15.000 fl.) einbegriffen sind.

Die Reconstruction hat ebenfalls der oben genannte Ingenieur Johannsen geleitet.

II. Capitel.

Dammherstellungen im Wasser.

(Niederländische Abtheilung.)

1. Eisenbahndamm durch die Osterschelde.

Diese höchst interessante Arbeit, ausgestellt durch Simon M. Gz., war durch Zeichnungen vertreten und umfasst solche technische Schwierigkeiten, dass die nähere Beschreibung des Objectes hier geboten erscheint, wobei wir uns auf die Zeichnungen der Tafeln 3 und 4 beziehen.

a) Projecte.

Der erste Entwurf zur Abdämmung der Osterschelde wurde im Jahre 1811 vom Oberingenieur M. A. Schraver im Auftrage

Napoleons I. gemacht, welcher Antwerpen zu einem bedeutenden Kriegshafen gestalten wollte und desshalb die Verbindungswege dorthin zu verbessern wünschte; die Ereignisse der Jahre 1812 und 1813 verhinderten die Ausführung dieses Planes.

König Wilhelm I. regte die Sache 1827 wieder an und wurden von den Ingenieuren Zeelands 1830 ausführliche Entwürfe der Abdämmung eingereicht; auch diese Projecte verfielen halber der Folgen der belgischen Revolution.

Erneut wurde das Project wieder aufgegriffen, als die Firma Dronkers und Comp. die Concession zum Baue und Betriebe der Zeelandisch-Limburgischen Eisenbahn erhielt; die Concessionsverpflichtung der Abdämmung der Osterschelde gelangte jedoch wegen der Aufhebung der ganzen Concession nicht zur Ausführung.

Im Jahre 1866 wurde die Sache definitiv in die Hand genommen und wurden die Pläne der Ausführung von dem Oberingenieur M. Simon der niederländischen Staatseisenbahnen angefertigt, welcher auch die Ausführung des Baues, unterstützt durch die Ingenieure L. J. Kesper und A. C. Brockmann, leitete.

b) Zweck der Abdämmung.

Durch das Gesetz vom 18. August 1860 wurde unter Anderem bestimmt, dass die nun bestehende Eisenbahn von Roosendaal nach Vlissingen auf Staatskosten hergestellt werde. Diese Bahn vereiniget das mitteleuropäische Eisenbahnnetz mit dem durch König Wilhelm III. am 8. September 1873 eröffneten Seehafen von Vlissingen, dessen Situation aus Tafel 4 ersichtlich ist, und welcher als der vortrefflichste Hafen der Niederlande geschildert, auch als ein künftiger Concentrationspunkt im Verkehre der Völker der alten Welt mit jenen von Amerika betrachtet wird.

Die Herstellung dieser Eisenbahn, welcher ein so wichtiges Ziel gesteckt ist, erforderte einen Uebergang über die Osterschelde, also eine feste Verbindung zwischen den Provinzen Nord-Brabant und Zeeland.

Die Schüttung dieses Dammes durch die Osterschelde bedingte im Allgemeinen und besonders durch Artikel 3 des Vertrages vom Jahre 1839 mit Belgien die vorherige neue Eröffnung

eines Wasserweges zwischen der Oster- und der Westerschelde, also zwischen dem Rheine und der Schelde.

Zu diesem Zwecke wurde zwischen Hansweert und Wemeldingen ein Canal von 9150 Meter Länge, 42½ Meter Spiegelbreite, 6½ Meter Minimaltiefgang angelegt, dessen Kuppelschleussen 16 Meter und dessen Brücken 17 Meter Lichtweite haben.

Die Baukosten dieses Canales einschliesslich der ihn überschreitenden gegenwärtigen Eisenbahnbrücke betrugen 4,420.000 fl. österreichischer Währung, und erhellt die Wichtigkeit des Canales schon aus dem Umstande, dass seit seiner Eröffnung im Jahre 1866 im Durchschnitte jährlich 17.100 Schiffe mit 895.100 Tonnen Gehalt passirten.

Ungeachtet dieser bedeutenden Geldopfer und der sichtlichen Erreichung eines grossen Zweckes war dieser Canal dennoch der Ausgangspunkt erheblicher diplomatischer Verwickelungen zwischen Belgien und Holland, ferner die Ursache der Abhaltung und Entstehung einer Fluth von Commissionen, Gutachten, Flugschriften und Meinungsäusserungen; denn Belgien, sich stützend auf die Tractate, behauptete, dass Antwerpen durch die Absperrung der Oster-Schelde wesentlich geschädigt wäre, während die niederländische Regierung ihrerseits behauptete, die Tractate nicht verletzt zu haben, indem der genannte hergestellte Canal durch Südbeveland die Schifffahrtsinteressen aufrecht erhalte, die beabsichtigte Abdämmung eines Seitenarmes des Hauptstromes den Letzteren selbst verbessere und nach diesen technischen Ergebnissen die Absperrung der Osterschelde durch einen Eisenbahndamm nur eine Massregel im eigenen Lande sei.

Der diesermassen entstandene Streit, allseits als „Scheldefrage“ bekannt, gibt daher einen neuen Beweis für die alte Erfahrungssache, dass technische Arbeiten auch häufig dem Anpralle internationaler Interessen gewachsen sein müssen.

Der vorliegende Fall ist für uns Ingenieure zu lehrreich, als dass eine nähere Auseinandersetzung desselben übergangen werden könnte.

c) Vorgeschichte des Scheldeflusses.

Wenden wir uns vor Allem der geschichtlichen Ortsbeschreibung der Schelde zu, so ist Folgendes hervorzuheben.

Dieser Fluss entspringt bekanntlich im Somme-Departement in Frankreich, durchfliesst Belgien mit der Aufnahme vieler Nebenflüsse und erhält bei Antwerpen wegen seiner ansehnlichen Breite und Tiefe schon völlig den Charakter eines Meeresarmes, und machen sich Ebbe und Fluth noch bis oberhalb Gent bemerkbar.

Auf dem niederländischen Gebiete angekommen, theilt sich der Fluss bei Bath in die Oster- und in die Westerschelde.

Bei niedrigem Wasser ist die Westerschelde bei Vlissingen 4275 Meter breit und im Stromstriche 29 Meter tief; die Osterschelde ist bei Zierikzee 4100 Meter breit und 37 Meter tief, wobei zu bemerken, dass bei der später erfolgten Abdämmung nächst Woensdrecht diese Dimensionen lange nicht erreicht wurden; denn wiewohl die Breite daselbst 3637 Meter betrug, war der Boden oberhalb der späteren Abdämmung mit Sandbänken bedeckt und lag die Strecke die meiste Zeit über trocken und nur eine Schifffahrtsrinne, das Krekenrak genannt, welche bei Ebbe noch 1 Meter Wassertiefe hielt und eine Uferentfernung von 500 Meter besass, erhielt die Schifffahrt daselbst aufrecht.

Zur Zeit des Neu- und Vollmondes betrug der Hochwasserstand in der Mitte der Rinne 5·4 Meter Tiefe, und waren bei diesem Wasserstande die Sandbänke 1 Meter hoch mit Wasser bedeckt und hatte eine unterhalb Südbeveland-Wall gelegene Stromrinne (Priel) 3·5 Meter Tiefe.

Die Menge des Süsswassers, welches bei jeder Ebbe von Antwerpen aus nach dem Meere abläuft, kann auf 3,000.000 Kubikmeter, diejenige des Meerwassers, welche bei jeder Fluth bei Vlissingen in die Westerschelde tritt, auf 500,000.000 Kubikmeter veranschlagt werden.

Ferner ist hervorzuheben, dass zufolge der ältesten Urkunden und Traditionen die Schelde vor 2000 Jahren keine eigene Meeresmündung besass, sondern dass sie gleich in die Maas und durch diese in den Rhein sich ergoss, welcher in der Gegend der heutigen Insel Voorne dem Meere zuströmte.

Das heutige äusserst fruchtbare Zeeland, gegenwärtig von grossen Schifffahrtswegen durchkreuzt, konnte zu jener alten Zeit nur sumpfige Flussniederung der Gebiete der Schelde, der Maas und des Rheines sein, und war dieses Gebiet durch eine Dünenreihe vom Meere abgeschlossen und im Osten durch die diluvialen Hügel Nordbrabants begrenzt, an deren Fusse nach unseren heutigen geologischen Anschauungen sich zu jener alten Zeit die Schelde wand.

Später von der ersten Niederlassung der Franken in dieser Gegend, also vor vier Jahrhunderten, unterlag die Dünenkette der Gewalt des Meeres, und zwar muthmasslich an der Stelle der jetzigen Mündung der Osterschelde.

In Folge der offenen Verbindung mit dem Meere wurde die Niederung vor den Dünen versandet, wodurch sich die „Schorren“ (Wiesengründe) bildeten, welche allmälig zu „Poldern“ (gesichertes Wohn- und Ackerland) eingedeicht wurden.

Heftige Wasserfluthen erweiterten das anfängliche Gerinne der Osterschelde zu einem grossen Meeresarme, welcher bekanntlich im XV. Jahrhunderte die wichtigste Wasserstrasse zwischen der grossen Handelsstadt Antwerpen und dem Meere bildete.

Einem ähnlichen Kampfe zwischen dem Meereswasser und dem Süsswasser entstammt die Westerschelde, und zwar nachweislich aus einer späteren Zeit, denn im XI. Jahrhunderte war die Westerschelde noch eine unbedeutende Rinne, welche erst durch die Wasserfluthen in dem Zeitraume zwischen dem XI. und dem XIV. Jahrhunderte zum breiten, tiefen Strome ausgefurcht wurde.

Bis zum Jahre 1530 scheint die Osterschelde ein regelmässiges, 1300 bis 1700 Meter breites Fahrwasser gewesen zu sein, welches erst durch die entsetzliche Wasserfluth jenes Jahres vernichtet, respective beeinträchtigt wurde, die den östlichsten Theil Südbevelands überströmte, welcher Theil in seinen früheren Grenzen bis heute noch nicht eingedämmt wurde.

Mit dem Jahre 1530 trat also der Wechsel im Schifffahrtsdienste zwischen der Oster- und der Westerschelde ein.

d) Wasserverhältnisse und neue Veränderung des Scheldeflusses.

Bezüglich der Wasserverhältnisse in der Schelde muss Folgendes beachtet werden.

Die Fluthwelle, welche aus dem Atlantischen Ocean durch die Meerenge von Calais in die Nordsee tritt und entlang der zeelandischen Küste streicht, vermindert in diesem Gange ihre Höhe und verursacht eine Zeitverspätung des Hochwassers.

In der Mündung der dem Canale la Manche näheren Westerschelde beträgt die Wasserspiegeldifferenz bei Neu- und Vollmond durchschnittlich $3 \cdot_{75}$ Meter, und steht die Fluth daselbst um $0 \cdot_{3}$ Meter höher, als in der Osterschelde, in welcher der Wechselstand zwischen Fluth und Ebbe bei Neu- und Vollmond durchschnittlich nur $3 \cdot_{15}$ Meter misst.

Die Fluth tritt in die Westerschelde eine Stunde früher, als in die Osterschelde ein.

Weil nun beide Flussarme von Bath bis zu ihrer Meeresmündung ungefähr gleich lang sind, so war vor der gegenwärtig bestehenden Abdämmung bei Bath die Fluthströmung in die Westerschelde auch eine Stunde früher in Bath, als jene durch die Osterschelde kommende. Die Fluth durch die Westerschelde theilte sich in Bath, drang theils gegen Antwerpen, theils in die Osterschelde, und traf in dieser etwa 6500 Meter entfernt von Bath oder 24.000 Meter nördlich der heutigen Abdämmung mit der Fluth zusammen, welche unterdess in der Osterschelde heraufdrang.

Die Folge dieses Wogenspieles war die gemeinschaftliche Ueberfluthung der weit ausgedehnten Sandfläche zwischen Bergen-op-Zoom und Bath.

Am heftigsten war diese Ueberfluthung in den letzten drei Stunden vor der Zeit des Hochwassers; ihre Strömungsgeschwindigkeit konnte dann wenigstens auf 1 Meter per Secunde geschätzt werden, wobei zu bemerken, dass das Gefälle zwischen Bath und Bergen-op-Zoom in der Osterschelde vor der Abdämmung 30 bis 50 Centimeter betrug.

Der Abzug dieses Fluthwassers gestaltete sich nun folgend:

Das Hochwasser an der Mündung der Osterschelde stand tiefer, als jenes bei Vlissingen in der Westerschelde; auch war der Weg des Wasserrückganges zwischen Zierikzee (Mündung der Osterschelde) und Bergen-op-Zoom ein kürzerer, als zwischen dieser letzteren Stelle und Vlissingen, entlang der Westerschelde.

Die in der Osterschelde nächst Bergen-op-Zoom durch den früheren Abzug des Wassers trockengelegten Sandbänke wurden also durch das Fluthwasser der Westerschelde überströmt; es floss also das Westerschelde-Hochwasser zum Theile durch die Osterschelde ab.

Erst in der dritten Stunde nach Hochwasser trat die Kenterzeit zwischen beiden Strömungen ein, und zwar meistens bei einem Stande von ungefähr 2 Meter unter der Neu- und Vollmondsfluthhöhe, also nachdem die Sandbänke bereits trocken lagen.

Den Beobachtungen und Berechnungen des internationalen Ausschusses zufolge, flossen in einer normalen Fluthzeit circa $32^1/_2$ Millionen Kubikmeter Wasser von der Wester- in die Osterschelde, von welcher Wassermenge nur $11^1/_2$ Millionen Kubikmeter durch die Westerschelde zurückkehrten, so dass 21 Millionen Kubikmeter des Westerschelde-Fluthwassers durch die Osterschelde dem Meere zuflossen, das heisst, dass der Westerschelder-Wasserstrasse dieses Wasserquantum entzogen wurde.

Diese Wasserbewegung führte nun zu der technischen Erörterung, ob sie die Schifffahrtsverhältnisse der Westerschelde verbessere oder verschlechtere, und man darf bei der internationalen Erörterung dieser Frage niemals aus dem Auge verlieren, dass die belgische Regierung aus Gründen für Antwerpen Vlissingen scheel ansehen und ihre Força in der Osterschelde suchen musste und für deren Beeinträchtigung, wenn auch kein strengsachliches, so doch ein bestehendes Motiv in dem Bevelandcanale fand.

Die niederländischen Ingenieure traten nun für die Herstellung eines Eisenbahndammes, respective der Abdämmung bei Bath ein und behaupteten, dass diese Abdämmung dem Fahrwasser der Westerschelde günstiger sein müsse, weil ihr damit 21,000.000 Kubikmeter jeweiliges Fluthwasser bewahrt bleiben und demnach ein höherer Wasserstand zukomme.

Die belgischen Ingenieure dagegen waren der Ansicht, dass die Abdämmung das Fahrwasser zwischen Bath und der Flussmündung verschlechtern würde.

Fremdländische Ingenieure, zur Schlichtung des Streites herbeigezogen, waren ebenfalls divergirender Ansicht.

Der englische Ingenieur Hartley behauptete von der Absperrung der Osterschelde eine Verschlechterung des Fahrwassers in der Westerschelde zwischen Antwerpen und dem Meere und empfahl den Bau eines Eisenbahnviaductes und eines Dammes.

Der französische Ingenieur Gosselin theilte die Ansicht der niederländischen Ingenieure und behauptete, dass sich das Regime des ganzen Flusses durch die Abdämmung zwischen Bath und dem Meere verbessern werde.

Der deutsche Ingenieur Hagen (welcher über diesen Gegenstand in der „Zeitschrift für Bauwesen“ 1867 Mittheilungen gemacht hat) meinte ebenfalls, dass die Abdämmung keinen schädlichen Einfluss auf das Fahrwasser zwischen Antwerpen und dem offenen Meere in der Westerschelde üben werde, sobald die Strömung bei Bath die neue Rinne gebildet haben werde.

Bekanntlich ist die Abdämmung seitdem ausgeführt worden und haben die seither entstandenen Thatsachen bewiesen, dass, wie es (unparteiisch betrachtet) in der Natur der Sache liegt, eine Vereinfachung des Fahrwassers dasselbe auch verbessern muss; diese Verbesserung ist auch wirklich eingetreten.

Es bildet sich nämlich zwischen Bath und dem Eisenbahndamme die naturgemässe Verlandung, und der ungetheilte Stromstrich bei Bath verbessert und vertieft das Fahrwasser daselbst.

Die Verlandung bei Bath misst (1873) schon nahezu 2,000.000 Kubikmeter und der Hochwasserspiegel des Fahrwassers, welcher sich an der Scheldemündung nahezu gleich geblieben ist, ist bei Bath um 11 Centimeter erhöht.

e) Bau des Eisenbahndammes durch die Osterschelde.

Die oben beschriebenen Wasserverhältnisse lassen im voraus die enormen Schwierigkeiten erkennen, welche bei der Abdämmung der Osterschelde zu Zwecken des Eisenbahnbaues zwischen Roosendaal und Vlissingen überwunden werden mussten.

Die Länge des Eisenbahndammes durch die Osterschelde misst 3637 Meter, die Krone des Dammes für ein Doppelgeleise bemessen, vorläufig jedoch nur eingeleisig benützt, misst 10 Meter Breite und liegt $4 \cdot_{70}$ Meter über Neu- und Vollmondsfluthhöhe und $2 \cdot_{25}$ Meter oberhalb des höchst bekannten Wasserstandes der Osterschelde.

Die nördliche Dammböschung, welche der Sturmseite zugekehrt ist, hat eine Anlage von 1 : 4 bis zu einer Berme von 10 Meter Breite, welche $2 \cdot_{0}$, respective $1 \cdot_{5}$ Meter über Neu- und Vollmondsfluthhöhe liegt; die südliche Dammseite böscht sich wie 1 : 3 bis zu einer Berme von 5 Meter Breite, welche an der Wurzel $1 \cdot_{5}$ und in der Vorlinie $1 \cdot_{25}$ Meter oberhalb der Springfluthhöhe liegt. Diese beiden oberen Böschungen und die Bermen haben eine Bekleidung von einer 1 Meter starken Thonschicht, welche mit Rasen bedeckt ist.

Die Böschungen unterhalb der Bermen haben eine dreifüssige Anlage und sind durch eine 50 Centimeter starke Thonverkleidung und eine darüber liegende Faschinendeckung, welche mit Bruchsteinen besetzt ist, gesichert. Der Böschungsfuss ist entweder in die Sandbänke eingeschnitten, oder er stützt sich auf die Faschinendämme, welche die Schifffahrtsrinne und die Stromrinne unter dem südbevelandischen Walle bühnenartig begrenzen. Diese alten Faschinendämme, deren in jeder Rinne zwei, nördlich und südlich der Eisenbahn 1, sich befinden, bilden also einen Profiltheil des Eisenbahndammes (vergleiche Blatt 3), und sie sind construirt aus Senkstücken und Decklagen, welche mit Thon und Steinballast beschwert sind.

Die Höhenlage der Krone dieser Dämme stimmte mit jener der Sandbänke längs der Ufer überein und betrug $1 \cdot_{15}$ Meter unter der Springfluthhöhe.

Die Kronenbreite der südlich gelegenen, dieser Dämme beträgt 6 Meter, die Krone der nördlichen Dämme 8 Meter; die mit Steinen angeschütteten oder damit besetzten äusseren Böschungen dieser Faschinendämme haben eine vierfüssige Anlage, die inneren eine zweifüssige.

Die Grundlage der Faschinendämme besteht aus einer Schicht Senkstücke, welche bis 15 Meter ausserhalb des Fusses der äusseren Böschung und bis 2 Meter ausserhalb des Fusses der inneren Böschung ragen, wie dies aus Blatt 3 zu ersehen ist.

Der auf diese Faschinenfussdämme geschüttete Eisenbahndamm springt in seiner Böschung 2·0 Meter von der Kronenkante der Faschinendämme zurück.

Zu dem Baue des Eisenbahndammes wurden die folgenden Materialien verwendet.

1	Senkstücke von Faschinen, Quadratmeter	59.300
2	Decklagen, von Faschinen, Quadratmeter	33.400
3	Faschinenbedeckung oberhalb der Strohbesteckung (Rysbeslag), Quadratmeter	69.500
4	Grosse Steine, Schiffstonnen à 20 Centner	49.700
5	Thon, Kubikmeter	251.000
6	Sand und Lehmerde, Kubikmeter	700.000
7	Rasenbekleidung, Quadratmeter	132.700
8	Strohbesteckung, Quadratmeter	50.900

Das Faschinenholz wurde theils zu Schiff aus den Vorländern (Grienden) Südhollands, theils per Achse aus den nordbrabantischen Tannenwäldern geholt.

Die grossen Belagbruchsteine wurden aus den Brüchen von Doornik, Viloorde und aus Lessines (Belgien) zu Schiff auf den Bauplatz geschafft.

Der Thon wurde aus den reifen Schorren (Wiesengründen) längs der Wester- und der Osterschelde entnommen und 6 bis 7 Kilometer weit, theils per Schiff, theils mittelst Locomotivtransportes herbeigeschafft.

Der Sand- und Lehmboden wurde aus den dicht beiliegenden Sandbänken der Osterschelde in den Damm gekarrt, respective mittelst Locomotivtransport aus sechs Kilometer Entfernung und aus einem Einschnitte der Eisenbahn zwischen Bergen-op-Zoom und Woensdrecht entnommen.

Die Länge des Bahndammes haben wir schon früher mit 3637 Meter angegeben.

Der Bau des Eisenbahndammes wurde öffentlich verdungen und hat 1,906.582 holländische Gulden (à 85 Kreuzer österr. Währung = 1,620.594·7 Gulden ö. W.) gekostet, in welcher Summe der Ankauf der Ländereien, sowie die Kosten der Erhöhung

der Seedeiche in Nordbrabant an beiden Seiten des Dammes enthalten sind; diese Erhöhung wurde für nothwendig erachtet, um gegen eine etwaige Aufstauung der Sturmfluthen in Folge der Abdämmung gesichert zu sein.

Im Jahre 1865 und 1866 wurden am nordbrabantischen Ufer, also bei Woendsrecht 1000 Meter Dammlänge ohne besondere Schwierigkeiten hergestellt, und zwar in der Art, dass man während der Viertelmondeszeiten im Sommer auf dem Strande, und solange dieser trocken war (er wurde damals kaum überfluthet) innerhalb des Profiles des Eisenbahndammes rasch einen kleinen Damm oder Deich (Kade) aufführte, der über das Hochwasser ragte und allmälig verlängert und verstärkt wurde.

Sobald die Verstärkung die Auflage des Geleises einer Dienstbahn gestattete, wurde der weitere Transport des Anschüttungsmateriales mittelst Locomotiven bewerkstelligt.

Die Böschungen wurden verkleidet und bewehrt.

Im Jahre 1865 wurden auf diese Art 500 Meter und im Jahre 1866 die weiteren 500 Meter Damm hergestellt.

Dieser 1000 Meter lange Damm engte das Durchströmungsprofil der Schelde bei Springfluthhochwasser von 5000 Quadratmeter auf 4000 Quadratmeter ein, verringerte also das anfängliche Profil um circa 18%.

Diese Verringerung spülte am Kopfe des Dammes ein tiefes Loch aus, es trat der Strand etwas zurück und der mehrgenannte südbevelandische Wall wich in etwas dem rapiden Durchflusse.

Es war damit in der Bauzeit jene Periode eingetreten, wo die eigentlichen technischen Schwierigkeiten der Arbeit begannen.

Um vor Allem dem weiteren Strandverluste vorzubeugen, wurde die eigentliche Abdämmung, also der Bau der letzten 2637 Meter Dammlänge damit angefangen, dass man die Flusssohle der Schelde gegen die Stromspülung sicherte.

Zu diesem Zwecke wurden die Sohle und die Ufer des Fahrwassers und der Rinne unter dem südbevelandischen Walle mit einer Schicht Senkstücke verkleidet und an diese anschliessend auf den Sandbänken Thonverkleidungen von $0{\cdot}_{15}$ bis $0{\cdot}_{3}$ Meter Stärke eingestampft.

Nach Ausführung dieser Vorsichtsmassregeln wurde innerhalb des Profiles des künftigen Eisenbahndammes ein Verschlussdeich (Afslutkade) aus Sand aufgeführt, der der Schelde entnommen wurde.

Dieser mühsam herzustellende Deich bot schon bedeutende Schwierigkeiten; er wurde sofort einen Meter höher als die Sandbänke, also über die Fluthhöhe angelegt und über die ganze Breite der Schelde, ausgenommen die Breite des Fahrwassers und die mehrerwähnte Rinne, gleichzeitig in Angriff genommen.

Zu diesem Zwecke waren etwa 1200 rüstige Erdarbeiter emsig beschäftiget, denn bei annähernder Fluth mussten die Leute theils über den schmalen Deich, theils mittelst Kähnen eilig an das Ufer fliehen, nachdem sie vorher die Laufbretter in den Sand verscharrt und die Schiebkarren auf den bereits aufgeführten Anhöhen mit Seilen festgebunden hatten, damit diese Geräthe von der Fluth nicht fortgespült werden konnten.

Diese, im Anfange sehr schwache Wehr, wurde durch den Wellenschlag häufig beschädiget; so wurde sie am 31. März 1867 an fünf Stellen und im Ganzen 502 Meter lang bis auf den Strandgrund fortgespült und weiters durch den heftigen Wellenschlag der Sturmfluthen am 5., 9., 14. und 21. April 1867, welche sich bis 0·6, ja sogar bis 1·3 Meter über die Springfluthen erhoben, beträchtlich niedriger und schmäler gestaltet.

Derlei Beschädigungen wurden jedoch in Folge der grossen Arbeiterzahl und des unerschöpflichen, nahen Materialvorrathes immer wieder rasch ausgebessert und verursachten sie allerdings einen Zeitverlust, aber keinen grossen Schaden, weil der fortgespülte Dammsand innerhalb des Eisenbahndammprofiles blieb.

Die Arbeit der erwähnten Länge dieses Verschlussdammes, welche in der letzten Hälfte des Monates März 1867 angefangen worden war, gedieh thatsächlich so rasch, dass sie Ende April 1867 schon in so weit beendet war, dass der Damm 10 bis 15 Meter Kronenbreite besass und 1·6 Meter über die Springfluthhöhe ragte. Seine nördliche Böschung war dreifüssig und bildete schon die definitive Böschung des Eisenbahndammes; sie wurde daher im Maasse ihres Aufbaues sofort mit Thon bekleidet und mit Strohbesteckung und darüber mit Faschinen bewehrt.

Die unregelmässig aufgeschüttete, südliche Böschung litt von dem Wellenschlage erheblich; derselbe gestaltete sie acht- bis zehnfüssig, und wurde die Dammböschung nach dem vorgeschriebenen Profile erst später geschüttet.

Die Enden des Deiches, also die Deichköpfe, die an den gegenüberliegenden Ufern des Fahrwassers und der Stromrinne auf den schon früher erwähnten Senkstücken lagerten, mussten durch eine feste Verkleidung aus Thon, Faschinen und Stein gegen die Fluthströmung gesichert werden, denn dieselbe arbeitete an den Köpfen des Deiches mit einer Geschwindigkeit von $1\frac{1}{2}$ bis 2 Meter per Secunde.

Die Fluth selbst wurde von dem Deiche $0{\cdot}_{15}$ bis $0{\cdot}_{18}$ Meter aufgestaut.

Es entstand dadurch an der unbefestigten, südlichen Böschung eine Lateralströmung, welche jedoch dadurch unschädlich gemacht wurde, dass man in der Nähe der Ufer des Fahrwassers und rechtwinklig auf die Richtung des Deiches Thondämme ausbaute, welche gleichzeitig die Sandanschüttung festigten.

Man war nunmehr zu dem schwierigsten Acte der Bauherstellung, nämlich zu der Absperrung der Fahrstrasse und der Stromrinne gelangt.

Die Deichschüttung im Bereiche der Stromrinne bot noch keine allzugrosse Schwierigkeit, weil diese Rinne zu jeder Ebbe längere Zeit trocken lag, der Zutritt also periodisch gestattet war. Man musste nun daselbst die Arbeit derartig vornehmen, dass jede kommende Fluth Material vorfand, welches der Wegspülung widerstand.

Zu diesem Ende wurden die schon früher erwähnten auf der Sohle liegenden Senkstücke (grosse Tafeln aus Faschinen mit Steinbeschwerung, deren Beschreibung wir weiter unten bei einem andern Ausstellungsobjecte bringen werden) in der ganzen Ausdehnung der künftigen Dammbasis mit Thon bedeckt und auf diesen, bevor die Fluth ankam, ein neues Senkstück gelegt, welches einen genügenden Steinballast erhielt.

Vor jeder Fluth wurde derartig vorgegangen und nur zuweilen der Thon statt mit Senkstücken gegen das Fortspülen, durch fest-

gelegte Faschinenschichten (Decklagen), die mit Steinreihen und Zäunen gesichert waren, geschützt.

Man gewann solchergestalt die Höhe des Dammes bis zu einer Kronenbreite von 8 Metern und bis zur Marke der Viertelmondsfluth und konnte nun auf diese Krone einen Thondeich (Kade) legen, welcher am 1. Juni 1867 fertiggestellt war und 1 Meter über die Springfluthhöhe reichte; er war in seiner Krone $2^1/_2$ Meter breit, auf der nördlichen Böschung durch eine Faschinenverkleidung geschützt und hatte daselbst eine zweifüssige Anlage, während die südliche Böschung nur $1^1/_2$füssig war.

Nunmehr gelangte man zu der Arbeit des letzten Verschlusses, nämlich zur Absperrung des Fahrwassers.

Diese Arbeit wurde auf ebendieselbe Art, nämlich durch abwechselnde Lagen von Thon und von Faschinenstücken, jedoch mit den Modificationen durchgeführt, dass die Senkstücke weit mehr Steinballast als früher erhielten, und dass sie treppenförmig gegen die letzte Verschlussstelle zu angeordnet wurden.

Es wurde also auf diese Weise vorerst ein Faschinendamm im Wasser aufgebaut, der nur einen Theil des Profiles des kommenden Eisenbahndammes ausfüllte.

Dieser Faschinendamm, eine Fortsetzung, respective Verbindung der früheren Faschinendämme, war solchergestalt erst bis ungefähr zur Fluthhöhe aufgeführt, während die schon früher beschriebenen Anschlusspartien von den beiderseitigen Ufern schon bis über die Springfluthhöhe aufgebaut waren.

In Folge dieses Bauverfahrens wurde derjenige Theil des Verschlusswerkes, welcher der kräftigen Fluthströmung ausgesetzt war, die in diesem Stadium des Baues mit einem Gefälle von $0{\cdot}_3$ bis $0{\cdot}_{35}$ Meter über den werdenden Dammtheil stürzte, allmälig kürzer und geringer tief, so dass das letzte hingelegte Senkstück nur mit einer geringen Wasserpartie zu kämpfen hatte und mit diesem Senkstücke auch die definitive Kronenlinie hergestellt war.

Es geschah dies am 1. Juli 1867, an welchem Tage die Strömung von der Wester- nach der Osterschelde aufhörte.

Der unter dem Schutze dieses südseits liegenden Faschinendammes entstehende Erddamm, welcher höher lag, wurde von der offenen Nordseite stark vom Wasser bespült und desshalb an seinen

Köpfen durch eine vorausgeschüttete Steinreihe geschützt, welche die nördliche Böschung des Deiches bildete, während die südliche durch Thonlagen geschützt wurde.

Die Herbeischaffung des Lehm- und Sandmateriales zur Bildung des Dammes, sowie des Thones zum Schutze desselben geschah vorerst theils mittelst Schiebkarren, theils mittelst Nachen, theils mittelst Rollbahn und schliesslich mittelst Locomotiven aus den weiten Entfernungen.

Als der „Auftrag" im Fahrwasser etwa 6 Meter hoch war, wich der moorige Untergrund der Last, und rutschte derselbe über eine unter ihm befindliche schlüpfrige Thonschicht („spir") $3._5$ Meter südwärts derartig aus, dass der Faschinendamm der Bewegung folgte, entzweibrach und das Erdplanum 3 Meter tief versank.

Man begegnete diesem widrigen Ereignisse durch die Vornahme einer schweren Belastung der unteren Faschinenpartien mittelst Steinen und Thon, stellte dadurch das Gleichgewicht her und füllte das Planum wieder auf, ohne dass bis jetzt weitere schädliche Rutschungen bemerkt wurden.

Im April 1868 war alle Füllungserde an Ort und Stelle gebracht; es wurden nunmehr die noch fehlenden Faschinen-, Thon- und Rasenbewehrungen angebracht und wurde das schwierige Bauwerk des Scheldedammes am 15 Juli 1868 vollständig vollendet.

Seit dieser Zeit hat der Damm wiederholt hohe Sturmfluthen ausgehalten, ohne den geringsten Schaden zu nehmen.

Zwei Jahre nach seiner Vollendung betrug die Setzung des Dammes zwischen 5 bis $6^0/_0$ seiner Höhe.

Bemerkt mag noch werden, dass die Wasserstandsbeobachtungen nach vollendeter Abdämmung die richtige ermittelte Lage des Dammes desshalb erwiesen, weil sich der höchste Wasserstand zu beiden Seiten des Dammes gleichzeitig bildete und das Wasser der Osterschelde am Damme um 38 Centimeter niedriger blieb, als das Fluthwasser der Westerschelde.

2. Eisenbahndamm durch das Sloe.

Verdient schon die Abdämmung der Osterschelde die Aufmerksamkeit der Ingenieure, so ist dies noch weit mehr bei der Herstellung des Dammes der Eisenbahn nach Vlissingen durch das

Sloe der Fall, welche während des Jahres 1871 innerhalb 10 Monaten Zeit, und zwar durch ein schnell strömendes tiefes Fahrwasser (zwischen Südbeveland und Walcheren) ausgeführt wurde.

a) Wasserverhältnisse des Sloe.

Im XIII. Jahrhunderte waren die Inseln Südbeveland und Walcheren weit kleiner als heute, also durch eine grössere Wasserfläche wie gegenwärtig getrennt; in dieser Wasserfläche strömten ausser dem heutigen Sloe noch viele andere Rinnen, welche als Wasserfahrwege zwischen Middelburg und Antwerpen diente.

In Folge von Abdämmungen, Anschlämmungen und Eindeichungen wurde ein grosser Theil dieser Wasserfläche in fruchtbares Ackerland verwandelt, und gewann demgemäss die Wasserstrasse des Sloe, welche historisch zuerst im Jahre 1488 als Hauptfahrwasser bezeichnet wird, an Bedeutung und wechselte seitdem die Uferlinie stetig, je nachdem mancher Landanwachs zum „Polder“ eingedeicht und mancher „Polder“ wieder vernichtet wurde.

Seit dem vorigen Jahrhunderte ist die Capacität des Sloe allerdings zurückgegangen; sie war jedoch im Jahre 1871, als das Sloe behufs der Zeelandisch-deutschen Eisenbahn abgedämmt werden musste, noch immer so bedeutend, dass das Sloe selbst immerhin als ein noch grosser Meeresarm betrachtet werden musste; denn an der Uebergangsstelle der Eisenbahn mass seine Breite zwischen den Deichen 1000 Meter, von welcher Breite 650 Meter durch Bänke und „Schorrer“ die bei Ebbe trocken lagen, eingenommen wurden, während der Rest von 350 Meter auf das Fahrwasser entfiel, welches bei Fluth die beträchtliche Tiefe von 12 bis 14 Meter besass.

Die Situation des Sloe ist aus Tafel 4, sein Querprofil, sowie seine Eindeichung aus Tafel 3 ersichtlich.

Wie wir nun schon gelegentlich der Beschreibung der Abdämmung der Osterschelde erläutert haben, lief auch im Sloe die Hauptströmung von Süd nach Nord, das heisst von der Westerschelde mit früher eintretender höherer Fluth nach dem Veergat mit späterem und weniger hohem Wasserstande, so dass bei der heftigsten Fluthströmung der Wasser-Niveauunterschied zwischen

den Mündungen dieser Meeresarme $0._{75}$ Meter bis $0._9$ Meter betrug und im Sloe eine Stromgeschwindigkeit von $1._5$ bis $1._8$ Meter pro Secunde erzeugt wurde.

Durch das abzudämmende Profil des Fahrwassers strömten während jeder Fluthzeit etwa 36$^1/_2$ Million Kubikmeter Wasser aus der Westerschelde nach dem Veergat, und es war demnach die solide Verschliessung eines so nahe dem offenen Meere gelegenen Wasserarmes nicht nur ein schwieriges Beginnen, sondern es musste auch wohl beachtet werden, welche Einflüsse diese Absperrung haben würde. Auf die Westerschelde mit ihrer nahen und weiten Mündung konnte wohl kein besonderer Einfluss vorausgedacht werden, wohl aber musste der Wasserstand in Veergat und in der Zuidvliet und im Sloe selbst Veränderungen erleiden, denn von den obigen 36$^1/_2$ Million Kubikmeter Wasser kehrten erfahrungsgemäss bei jeder Kenterung nur 9$^1/_2$ Million Kubikmeter zurück, wonach dem nördlichen Meeresarme circa 27 Millionen Kubikmeter Wasser entzogen wurden.

Es mag hier auch gleich bemerkt werden, dass sich nach der nunmehr erfolgten Abdämmung die Fluthhöhe im Veergat, im Sloe nördlich vom Damme und in der Zuidvliet $0._2$ Meter niedriger, dagegen im Sloe südlich vom Damme um $0._3$ Meter höher, als ehedem gestaltete.

b) Frühere Abdämmungsprojecte.

Das erste Project der Abdämmung der Sloe datirt ebenfalls aus der Regierungszeit Napoleons I. und wurde im Jahre 1810 vom niederländischen Seebauinspector Schrawer entworfen; es war in seinen Kosten auf 2$^1/_2$ Million holländische Gulden veranschlagt, und war der Damm ungefähr 2500 Meter südlicher als der heutige projectirt.

Dieses Project gelangte gleich jenem der Abdämmung der Osterschelde nicht zur Ausführung.

Im Jahre 1840 bewarb sich eine Privatgesellschaft um eine Concession, welche neben der Abdämmung des Sloe die Anlage eines Canales von Vlissingen nach Middelburg und die Gewinnung von Land neben einer zweckmässigen Verbindung zu Lande zum Gegenstande hatte.

Der vorgelegte Plan hatte nur indirecte Folgen, nämlich die Bewerbung um eine Conces sionzum Baue einer Zeelandisch-Limburgischen Eisenbahn, welche Concession im Jahre 1846 ertheilt wurde, und welche Concession ebenso, wie andere 1846 und 1857 ertheilte erlosch.

Die Pläne dieser diversen Concessionäre waren dahin gerichtet, eine Canalanlage zu ersparen und das Sloe zu überbrücken.

Im Jahre 1865 nahm die Regierung die Sache in die Hand, und wurde die Canalisirung von Walcheren zwischen Vlissingen, Middelburg und Veere und die Abdämmung des Sloe beschlossen.

Die Projectirung der Anlagen erfolgte unter der Leitung des Oberingenieurs Simon und wurde speciell das Project der Abdämmung des Sloe im Jahre 1870 festgestellt.

c) Construction des Dammes.

Der Damm wurde an die engste Stelle des Sloe projectirt. Seine Kronenbreite ist für zwei Bahngeleise berechnet und beträgt 10 Meter, und trat die Linie der Krone 2 Meter über den höchst bekannten Sloewasserstand.

Auf der Südseite des Dammes befindet sich eine 10 Meter breite und noch $0._5$ Meter über den höchsten Wasserstande liegende Berme, welche eine Strasse trägt.

Die Berme auf der Nordseite liegt 2 Meter über der täglichen Fluthhöhe und besitzt $7._5$ Meter Breite; die Böschungen von der Krone bis zur Berme haben auf der Südseite eine $2^1/_2$füssige, auf der Nordseite eine 3füssige Anlage.

Böschungen und Bermen (ausgenommen der Fahrweg) sind mit Thonschicht und Rasen bekleidet; abwärts der Bermen ist die Böschung eine 3, respective 4füssige und mit Steinen geschützt, welche bis aus der belgischen Provinz Hennegau herbeigeschafft werden musste.

Bei den früheren Abdämmungen in Holland hatte man den Grundsatz befolgt, als Hilfsmittel der ersten Wasserabsperrung stets zwei Faschinendämme vorzustrecken, weil man von dem Gedanken geleitet war, dass der definitiven Abdämmung vorerst eine breite Basis unter dem niedrigen Wasserstande geschaffen werden

müsse, auf welcher das erste Packwerk oder ein Thondämmchen (Kade) zur Abwehr des Fluthwassers errichtet werden könne.

Diese Art des Bauvorganges wurde für die Sloe-Abdämmung desshalb nicht gewählt, weil der am meisten zeitraubende, grösste und schwierigste Theil des Werkes hätte im strömenden Wasser gemacht werden müssen.

Man entschloss sich vielmehr zum Vorschieben eines in kurzer Zeit herstellbaren kleinen Dammes aus fester Zusammensetzung, welcher nach der Absperrung des Wassers die leichte Herstellung des Vollprofiles ermöglichet.

Diesen kleinen Faschinendamm legte man an die Nordseite des definitiven Profiles, um die von ihm aus erfolgende Erdanschüttung gegen die schweren Nordweststürme zu schützen.

In Erwägung des Wasserstandes, bei welchem die Fluth kenterte, legte man die Kronenhöhe dieses Faschinendammes auf $0._7$ Meter über den Ebbestand und bemass in dieser Höhe die Kronenbreite mit $17._5$ Meter, auf welche Krone dann das bis zur Sturmfluth reichende Absperrdämmchen projectirt war, welches Dämmchen seinerzeit die Dienstbahn zu tragen hatte.

Der in Rede stehende Vorstreck-Faschinendamm wurde einfüssig angelegt und gegen Norden durch eine $2^1/_2$ und 3füssige Sandvorschüttung geschützt.

Diese unterseeische Sandvorschüttung ist bestimmt, den Faschinendamm vor den Angriffen der Bohrwürmer zu schützen, und ist gesichert durch Senkstücke, welche mit Steinen und Erde beschwert sind.

Der unterseeische Theil der Böschung des definitiven Profiles ist ebenfalls durch Senkstücke verkleidet, welche schichtenförmig aufeinander liegen und in einer 8füssigen Anlage den Böschungsfuss des Hauptprofiles stützen.

Die Sohle des Sloe besteht grösstentheils aus Sand, nur am steilen Ufer von Walcheren zeigt sich Thon und Lehm („spir").

Es galt also hiernach vor Allem diese Sohle vor Unterspülung zu sichern.

Diese Sicherung wurde jedoch nicht auf die ganze Basis des vollen Dammprofiles, welche 160 Meter beträgt, ausgeführt, sondern nur der Basis des Faschinendammes, jedoch hier in der Ausdehnung

gegeben, dass die aus Senkstücken bestehende Sohlensicherung 82 Meter Breite maass und demnach auf der Nordseite des Faschinendammes 35 Meter, auf der Südseite nur 15 Meter über den Fuss des Faschinendammes herausragte.

Die hier beschriebene ganze Zusammensetzung des Dammes, also der anfängliche Faschinendamm, seine 82 Meter breite Unterlage, das auf ihm ruhende Thon- und Interimsbahndämmchen, seine Sandvorlage, die Sicherung dieser Sandvorlage, die Construction und Sicherung der Südböschung, das Vollprofil des Dammes, endlich die Verzeichnung der Ebbe- und Fluthhöhen ist auf Tafel 3 ersichtlich gemacht.

d) Ausführung des Dammes.

Am 13. October 1870 wurde die Herstellung des hier in seiner Construction beschriebenen Dammes im Wege öffentlicher Submission zu dem Preise von 1,002.500 holländischen Gulden (852.125 fl. ö. W.) verdungen.

Am 7. März 1871 begann man das walcherische Ufer durch die versenkte Verkleidung zu schützen, eine Arbeit, welche schon am 13. März vollendet war.

Um den leicht beweglichen Sand am südbeveländischen Ufer nicht zu vertreiben, versenkte man die zum Schutze der Sohle des Fahrwassers bestimmten Faschinenplatten von diesem Ufer aus, dem bereits vertheidigten walcherischen Ufer zu. Diese Sohlenversicherung war anfänglich nur 25 Meter breit hergestellt, und während ihrer Ausführung hatte man auf dem Vorlande des südbeveländischen Ufers und innerhalb des Profiles des definitiven Dammes einen kleinen Deich (Kade) von 400 Meter Länge und 3 Meter Kronenbreite geschüttet.

Dieser Deich ragte schon in die Springfluthhöhe hinauf, sein Kopf wurde jedoch vorläufig nur bis zum Fahrwasser ausgeführt, schloss sich dort an die genannte Sohlenversicherung an und war mit Thon und Faschinenverkleidung bewehrt.

In dem Maasse, als dieses Dämmchen erhöht und verbreitert wurde, wurde auch die Sohlenversicherung im Fahrwasser auf die vorgeschriebenen Dimensionen verbreitert, und war diese häufig durch die Fluthen beschädigte Ausführung Ende April vollendet.

Auf die Sohlenverkleidung und innerhalb des Profiles des projectirten Faschinendammes, also einen Theil dieses Dammes bildend, wurde eine zweite Schicht Faschinenplatten versenkt, damit die beschädigten Stellen der ersten Lage vollkommen gesichert seien.

Hierauf wurde der Aufbau des Faschinendammes von den Ufern nach der Mitte zu und von der Sohle herauf mit allem möglichen Kraftaufwande vorgenommen und konnte man thatsächlich bereits am 14. Juni (bei niedrigem Wasserstande) trockenen Fusses über das Sloe schreiten.

Noch bevor der Schluss des Faschinendammes bis zur Höhe der Ebbe gediehen war, hatte man begonnen, vom Ufer aus auf ihm einen Packwerksdamm (Faschinen, Thon und Stein) mit 10 bis 11 Meter Basisbreite aufzuführen.

Dieser Packwerkdamm wurde nun gegen die Mitte treppenförmig vorgestreckt und schliesslich bis zur Fluthhöhe, anschliessend an die früheren Uferdämme, hervorgebracht.

Jede Lage, welche zur Ebbezeit gemacht wurde, war auch zur Fluthzeit schon befestiget, und nahm man vor keiner Fluth mehr Arbeit in Angriff, als man bis zu ihrem Eintritte bewältigen konnte.

Auf diesen Packwerksdamm wurde gleichzeitig der dritte Aufbau errichtet, nämlich ein kleines Thondämmchen (Kade), welches 2 Meter über die Fluthhöhe ragte. Unterdess hatte der niedrigste Theil des Packwerksdammes am 12. Juli die Springfluthhöhe erreicht, und hörte von diesem Tage an jeder Wasserzufluss aus der Westerschelde in das Zuidvliet auf.

Wenige Tage nach dieser gänzlichen Schliessung des Fahrwassers wurde auch der Thondamm zusammengebracht und erhielt man nun eine ununterbrochene Kehrung bis zur Höhe der Sommersturmfluthen.

Die letzten Schliessungen des Packwerkes waren die schwierigsten Arbeiten, denn die Strömung erreichte auf einer Strombreite von 140 Meter eine Geschwindigkeit von $3^1/_2$ Meter und stürzte das Wasser mit 1 Meter Gefälle über.

Der Strom wälzte 40 bis 60 Kilogramm schwere Steine vom Packwerke herab, falls dieselben nicht durch eigens zu diesem Zwecke eingerammte Pfähle festgehalten waren, und stürzte der-

artig schäumend und brausend durch die letzte Oeffnung, dass die unterhalb liegende ausgedehnte Wasserfläche bis auf eine Entfernung von 400 Metern vom Damme aufgeregt wurde.

Diese heftige Strömung verursachte wiederholt Schaden und die Auswaschung eines Kolkes, wurde jedoch schliesslich besiegt.

Nach der gänzlichen Schliessung des Fahrwassers wurde eine Dienstbahn errichtet und nun das Füllmaterial mittelst Locomotive herbeigeführt.

In Folge des nachgiebigen Dammmateriales und seiner grossen Höhe musste der oberste Thondamm wiederholt erhöht werden und ragte er bei der hohen Springfluth am 20. Juli nur $^1/_2$ Meter aus dem Wasser heraus; er hielt trotzdem Stand, wiewohl der Wasserunterschied $0{\cdot}_6$ Meter betrug.

Der lehmige Sand des Füllmateriales des Vollprofiles, welcher im Trockenen eine steile Böschung bildete, zerrann im Wasser bis zu einer 8füssigen Böschungsanlage, und verloren die Massen oft plötzlich das Gleichgewicht; es entstanden daher Rutschungen, unter denen jene am 8. September die ausgedehnteste war.

An diesem Tage schoben in 40 Meter Dammlänge plötzlich an circa 3000 Kubikmeter in die Tiefe und das Wasser drang auf 20 Meter Distanz in das Innere des Dammes, unterhöhlte die Dienstbahn und brachte dieselbe zum Sinken.

Die gute Versicherung der Sohle und die Festigkeit des Faschinendammes verhinderten jedoch einen Durchbruch und unterstützten die Arbeit der Nachfüllung, welche vermittelst des Locomotivtransportes schnell und ausgiebig erfolgen konnte.

Die Anschüttung der südlichen Böschung aus dem sandigen Material geschah schichtenweise, wie dies aus dem Profile auf Tafel 3 zu ersehen ist, und wurde jedesmal des Kopf einer solchen Schicht durch versenkte Faschinenenplatten gesichert, welche Platten wiederum, wie die Ziegel auf dem Dache über einander klappten und derart die Böschungswehr bildeten.

Die ganze flache Böschung nahm alsdann den Charakter eines festen Strandes an.

Die steilere Nordböschung wurde durch eine Steinverkleidung geschützt, und war am 21. December 1871 der ganze Damm derart

vollkommen vollendet, dass er durch die Regierungsbeamten übernommen werden konnte.

Das gute und rasche Gelingen dieser Arbeit ist nicht nur der Tüchtigkeit und Energie des Unternehmers, sondern auch der Intelligenz und Zähigkeit der Regierungsingenieure zu verdanken und liefert einen neuen Beweis für die Thatsache, dass man den Kampf mit dem Elemente im Ingenieurbauwesen nicht mit der rohen Gewalt, sondern mit dem tiefen Studium des Elementes selbst aufnehmen muss — ein besonders im Wasser- und im Tunnelbaue giltiger Satz, gegen dessen Wahrheit noch immer viel zu oft verstossen wird.

e) Bauwerke, welche mit der Abdämmung des Sloe in Beziehung stehen.

Der Vollständigkeit halber sei hier nur noch erwähnt, dass die Abdämmung des Sloe die Herstellung eines Canales durch Walcheren bedingte, und dass die Eisenbahnverbindung mit Deutschland eine ausgedehnte Hafenanlage zu Vlissingen hervorrief.

Der Canal ist 14.800 Meter lang, hat bei Niederwasser $7\frac{1}{2}$ Meter, bei erhöhtem Wasserstande $8 \cdot_2$ Meter Wassertiefe, 22 Meter Sohlenbreite und bei Normalwasser $27 \cdot_5$ Meter Spiegelbreite.

Die grossen Schleussen in Vlissingen und in Veere, sowie die Drehbrücken haben eine lichte Durchfahrtsweite von 20 Meter.

Der Vor- oder äussere Hafen zu Vlissingen hält eine Fläche von $13\frac{1}{2}$ Hektar, der innere eine solche von 25 Hektar.

Die Quais sind aus weit hergeholtem Basalt gemauert und stehen mit dem grossen Bahnhofe in Verbindung; ausgedehnte Bauplätze befinden sich ausserdem im Besitze des Staates.

Vom Canale aus zweigt sich ein kleinerer Canal ab nach Nieuwland und Arnemuiden zu Ersatze für den Hafen dieses letztgenannten Fischerdörfchens, welcher behufs des Eisenbahndammes abgedämmt werden musste; über diesen Canal führt die Eisenbahn mittelst einer Drehbrücke.

In Folge der Canalbauten musste die Entwässerung der Insel Walcheren gänzlich umgeändert werden, und mussten zu diesem Zwecke langgestreckte Entwässerungsgräben angelegt,

zwei Entwässerungsschleussen und mehrere Brücken erbaut werden, und bietet hiernach der Eisenbahnbau zwischen Rosendaal und Vlissingen ein grossartiges Beispiel, dass der Eisenbahningenieur ein ausgedehntes Gebiet des technischen Wissens zu beherrschen befähigt sein muss, wie dies denn in dem vorliegenden Falle durch den leitenden Oberingenieur M. Simon in mustergiltiger Weise geschehen ist.

Die Kosten der ganzen 75 Kilometer langen genannten Eisenbahnstrecke einschliesslich der zwei Abdämmungen und der zwei Schifffahrtscanäle werden den Betrag von rund 25,000.000 holländischen Gulden umfassen.

Nähere Beschreibung der Sloe-Abdämmung enthalten die Jahrgänge 1872 und 1873 der „Zeitschrift des königlich niederländischen Institutes der Ingenieure“.

3. Der neue Wasserweg von Rotterdam nach der See.

(Ausgestellt vom königlich niederländischen Oberingenieur P. Caland.)

Die technisch höchst interessante Ausführung dieser Fahrstrasse steht mit dem Eisenbahnbaue insoweit im Zusammenhange, als neu errichtete Ufer und Molos den Unterbau von Eisenbahngeleisen bilden; wenn auch streng genommen das hier benannte Ausstellungsobject in das Gebiet des Wasserbaues gehört, so konnte dasselbe in dem vorliegenden Berichte doch nicht unerwähnt bleiben, weil es ungemein lehrreich für das Eisenbahnbaufach ist und mit demselben doch zusammenhängt, auch die hierher gehörigen Zeichnungen die beiden, soeben abgehandelten Dammbildungen theilweise näher erläutern. —

Bereits im Jahre 1827 wurde der Anfang gemacht, von Rotterdam aus durch Voorne einen Canal zu graben, weil die damals vorhandenen Wasserwege der Schifffahrt nicht genügten.

Dieser 1829 vollendete Canal gestattete keine grösseren Schiffsdimensionen als $13{\cdot}_8$ Meter Breite, $5{\cdot}_6$ Meter Tiefgang und 72 Meter Länge.

Die Anforderungen der neuen Schifffahrt geboten nach fünfundzwanzigjährigem Betriebe des Canales eine Neuanlage, welche nach den Plänen des Oberingenieurs P. Caland vom Ministerium angenommen wurde, und welche unter der Leitung dieses

und unter der Mitwirkung des Ingenieurs J. Kluit seit 1863 ausgeführt wird.

In diesem Projecte ist die Correction des ganzen Flussgebietes der Nieuwmaas von Krimpen bis zur See, entlang dem Scheuerflusse mit einer Durchschneidung des Hoek van Holland enthalten.

Die Verbesserung der Fahrstrasse wird bewerkstelligt durch directe Canalisirung, durch Verlandungswerke und durch Eindeichung, und enthält der Scheuerfluss in seiner Coupirung bei Krimpen eine Breite von 225·0 Meter und bei Haardingen eine von 450·0 Meter, und an der Einmündung ins Meer eine solche von 900 Meter.

Unterhalb Haardingen wurde mittelst einer Durchstechung des östlichen Theiles der Insel Rozenburg die alte Maas in den Scheuerfluss geleitet.

Durch die Einmündung dieses Wassers und jenes der Fluth wurde die Capacität des Wasserweges gehoben.

Es war selbstredend nöthig Vorsorge zu treffen, dass die Fluth nur allmälig in den neuen Wasserweg eindringe, und wurde derselbe desshalb nach dem Lande zu verengt; gleichzeitig war die dadurch nach aussen entstehende Verbreiterung zu dem Zwecke angeordnet worden, um dem durch das Fluthwasser gestauten Flusswasser einen geeigneten Abfluss und der folgenden Stauung ein geräumiges Profil zu bieten.

Die Einmündung ins Meer ist durch zwei Seedämme (Molos) geschützt, deren Herstellungsweise unsere eigentliche diesfällige Betrachtung umfasst. Diese Dämme sind aus Faschinenlagen und Steinpackung (vergleiche Tafel 5, Figuren 4 bis 7) hergestellt; jede Faschinenlage (Versenktafel) misst wenigstens 600 Quadratmeter und besteht aus zusammengebundenen Partien, welche wiederum aus Faschinen von 0·5 Meter Dicke nach Art der Röste zusammengeflochten sind. In die nach oben offenen Füllungen wird Steinballast gelegt. Die einzelnen Versenkstücke, deren Construction aus Figur 4 erhellt, werden vermittelst Tauen zu einer Senktafel vereinigt.

Das gleichmässige Versenken wird durch die gleichmässige Vertheilung des Ballastes bedingt, und werden gewöhnlich pro 1 Quadratmeter der Tafel 0.35 Tonnen Ballast gerechnet. Nachdem die

Dämme durch solche abwechselnde Lagen von Stein und von Senktafeln, festgehalten durch biegsame hölzerne Nägel, bis zum Niederwasser aufgebaut waren, erhielten sie ihren äusseren Schutz durch einen Steinwurf aus Basalt, welcher Steinwurf zugleich die Böschung bildete. Eine weitere Befestiguug des Dammmateriales unter sich wurde durch eingerammtes Pilotenwerk erzielt, welches zugleich den Eisenbahnoberbau gegen Senkungen und gegen die Springfluthen schützt, wie das Figuren 5, 6 und 7 näher verdeutlichen.

Die Köpfe der Dämme sind durch Pfahlreihen versichert, welche mit Steinen verworfen werden. Der Steinwurf besteht aus Blöcken von 10 bis 20 Centner Gewicht.

Der südliche Seedamm ist 1150 Meter lang, hat eine normale Kronenbreite von 5 Metern und eine Erweiterung am Kopfe von 10 Metern; dieser Kopf (vergleiche Figur 3 und 5 auf Blatt 5) ist durch eine zwei- bis dreifache Pfahlreihe geschützt, welche 3 Meter über Niederwasser emporragt. Auf diesem Plateau ist ein Lichtsignal angebracht.

Der nördliche Damm hat eine Normalbreite von 9 Metern in der Höhe, von 1 Meter über dem mittleren Wasser.

Die Köpfe der Planken sind mit Zink beschlagen, während die Schoorpfähle zum Schutze gegen den Seewurm mit Wurmnägeln beschlagen sind. Die Erfahrung hat gelehrt, dass die ganze Dammanlage den heftigsten Stürmen wiederstand. Bei diesen Stürmen wurden der Winddruck auf 125 Kilogramm und der Wasserdruck auf 12.500 Kilogramm per Quadratmeter geschätzt und elementare Aeusserungen beobachtet, welche in der zeitweiligen Fortspülung von 40 Centner schweren Steinen um viele Meter weit bestanden. Die Festigkeit solcher Faschinendämme bewährt sich besonders auf sandigem Seeboden, woselbst der Seesand in alle Hohlräume dringt und dort mörtelartig wirkt.

Es wird nicht uninteressant sein, einige Materialpreise kennen zu lernen, welche bei dieser Dammherstellung bezahlt wurden.

	fl.	kr.
1 Kubikmeter Faschinenwerk	4	50
1 Tonne Basalt-Ballast	14	—
1 Tonne Massstein	15—30	—
1 Tonne Ziegelstein	7	—
1 Kubikmeter Eichenholz, roh bearbeitet	65	—
1 Kubikmeter Eichenholz, scharfkantig	100	—
1 Currentmeter Eichenrammpfähle, 3—5 Meter lang, nebst Einrammen .	3	50
1 Currentmeter Eichenpfähle, 5—10 Meter lang, nebst Rammlohn .	7	—
100 Stück Birkenpflöcke nebst Einschlagen	32	—

Während die Anlage des nördlichen Dammes bereits im Jahre 1863 begonnen wurde, fing man erst im Jahre 1866 die Durchgrabung des Hoek van Holland an.

Man begann diese Durchgrabung damit, dass ein Bett von 10 Meter Bodenbreite und 2 Meter Tiefe unter Niederwasser ausgehoben wurde, welches Bett man später auf 3 Meter vertiefte.

Durch die nunmehr vorgenommene Absperrung des alten Bettes der Scheuer (Sperrdamm in Figur 1, Tafel 5) wirkte das Wasser, wie es beabsichtigt war, in dem neuen Canale derart ausgezeichnet, dass es einen sehr grossen Theil des Aushubes des Canalmateriales selbst besorgte.

Schon im Verlaufe der ersten zwei Jahre hatte der neue Wasserweg einen räumlichen Inhalt von 7,000.000 Kubikmetern, von welchem Quantum 2,000.000 Kubikmeter gegraben und gebaggert und 5,000.000 Kubikmeter durch den Fluss selbst fortgeführt worden waren.

Diese Auswaschung ging nach der Absperrung des alten Flussbettes so rasch vor sich, dass Stellen, über welche man im Jahre 1870 noch trockenen Fusses gehen konnte, im December 1871 schon 6 Meter Wassertiefe besassen, und fand man zu dieser Zeit in der ganzen Coupirung bis 900 Meter über die Dünen nirgends weniger, als 3 Meter Tiefe unter Niederwasser.

Die ganze Durchführung gibt also ein höchst lehrreiches Beispiel der Ausnützung der Wasserkraft zur Herstellung einer grossen Erdarbeit, einer Ausnützung, welche von dem Ingenieur niemals übersehen werden soll, sobald sie durch die Localverhältnisse überhaupt gestattet ist.

Zum Gelingen der ganzen Arbeit hat selbstverständlich wesentlich der richtig situirte und, wie man es von den holländischen Ingenieuren nur erwarten kann, ausgezeichnete technische Durchführung der Absperrung des Scheuerflusses beigetragen.

Die Art der holländischen Absperrung haben wir schon aus den früheren Ausstellungsobjecten kennen gelernt, wobei hier nur zu bemerken ist, dass die Basis des Sperrdammes in eine ausgebaggerte Vertiefung gestellt wurde, um Unterwaschungen vorzubeugen.

Die in die ausgebaggerte Tiefe gelegte Grundlage des Dammes bestand aus schon früher gekennzeichneten Senkstücken.

Man hatte die Arbeit der Absperrung im Jahre 1868 begonnen und schloss die letzte Oeffnung von 150 Meter Länge bereits im Jahre 1871, weil das im Wasserbaue absolut nöthige Maass der Vorsicht und der Kunst mit dem und nicht gegen das Wasser zu bauen, eine grössere Eile nicht gestattete.

Der ganze Sperrdamm ist 525 Meter lang, hat an seinen beiden Enden $4{\cdot}_6$ Meter und in seiner Mitte $6{\cdot}_0$ Meter Kronenbreite, welche Krone $0{\cdot}_6$ Meter über dem Hochwasser liegt.

Bezüglich der ganzen Canalisirung ist noch zu bemerken, dass am 9. März 1872 der erste Handelsdampfer durch den Canal nach England fuhr.

Im Jahre 1872 passirten den Canal 703 Seeschiffe, worunter 84 Dampfer, flussabwärts, und 179 Seeschiffe, worunter 19 Dampfer, stromaufwärts.

Im Jahre 1873 gingen jedoch schon monatlich 300 bis 400 Seeschiffe, worunter etwa 50 % Dampfer seewärts, und 100 bis 200 Schiffe landwärts, unter welchen Zahlen die wegen des Häringfanges ungemein zahlreichen Fischerboote gar nicht gerechnet sind.

Im Juli 1873 fuhr die erste Fregatte auf dem neuen Wasserwege.

Bis zum 1. Jänner 1874 beliefen sich die Auslagen für das ganze Werk auf circa 8,000.000 holländische Gulden, und wiewohl die Anlage zu jener Zeit noch nicht vollendet war, so verzinste sie sich doch schon um mehr, als das Doppelte der gewöhnlichen Rente.

Näheres über die technische Ausführung, besonders über die Strombagger und die Laufkrahne zum Versenken der Steine, findet sich unter dem Titel:

„North Sea Canal of Holland and improvement of navigation from Rotterdam to the Sea by J. G. Barnard, Colonel of Engineers, Brevet Major-General U. S. A.“ in Nr. 22 der „The Professional Papers of the Corps of Engineers U. S. Army.“

Die näheren Mittheilungen über die vorstehenden drei holländischen Ausstellungsobjecte verdanke ich der besonderen Güte des Mitgliedes der niederländischen Hauptcommission. Herrn Ingenieur J. P. D. Bordes.

III. Capitel.

Hölzerner Unterbau im Wasser.

Zufahrtstrecke zum Trajecte Gombos-Erdöd auf der Alföldbahn.

(Ausgestellt vom Baudirector Herz. — Ungarischer Hof.)

Das hier genannte Traject, hergestellt nach dem Systeme Hartwich-Schaltenbrand, wird in dem Capitel „Trajecte“ weiter unten näher besprochen werden.

Hier sei nun die Herstellung des Unterbaues, inclusive des Fahrgeleises hervorgehoben, weil diese Herstellung durch ihre Schwierigkeiten von grossem Interesse und eine aussergewöhnliche ist.

Die von der Landestation des rechten Donauufers zur Donau führende Rampe hat ein Gefälle von 1 : 50, jene des linksseitigen Ufers von 1 : 60.

An dem letzteren Ufer ist die Rampe in das Gelände eingeschnitten und durch Dammanlagen geschützt, welche zugleich einen Schutzhafen für die Trajectschiffe bilden.

Am rechten Donauufer konnte die Einfassung der Uferrampe durch Abschlussdämme in Rücksicht auf den unregelmässigen Zustand des Stromes an der Uebergangsstelle nicht vorgenommen werden; es musste daher die Trajectrampe im offenen Strome angelegt werden, und veranlasste die Herstellung dieser, in das Donauwasser ragenden Rampen, schon an und für sich aussergewöhnliche Schwierigkeiten.

Erhöht wurden diese Schwierigkeiten durch die sehr bedeutenden Höhenunterschiede (7·1 Meter) des Wasserstandes in der Donau während der Bauzeit, durch die grosse Stromgeschwindigkeit und durch die Beschaffenheit des sandigen Untergrundes.

Dazu kam noch, dass ein grosser Theil der Rampe mittelst Taucherarbeit ausgeführt werden musste, die wegen der fortreissenden Gewalt des Wassers und wegen der Trübung desselben so schwierig war, dass die Taucher angebunden werden mussten, ihre Arbeiten nur nach dem Herumtasten vornehmen konnten, und dass das Tauchen von den Arbeitern oftmals verweigert, also von den Ingenieuren zuweilen selbst, als Beispiel der Aufmunterung, vorgenommen werden musste, wie denn bei dieser schwierigen Arbeit die Ingenieure überhaupt auch Taucherdienst, zum Zwecke der Anordnungen, welche unter Wasser zu geben waren, verrichten mussten.

Man wendete in der Construction des Unterbaues der Rampen drei Systeme (vergleiche Tafel 1) an, nämlich das System I für die Strecke zwischen Hochwasser und Mittelwasser, das System II für die Strecke zwischen Mittelwasser-Nullwasser, und das System III für die Strecke zwischen Nullwasser-Rampenfussende.

Die Systeme II und III, welche am schwierigsten auszuführen waren, hatten am rechten Ufer für jede der zwei getrennten Fahrstrassen eine Länge von 280 Metern, am linken Ufer eine solche von 240 Metern; bei Hochwasser liegen die Rampen in circa 485 Meter, respective 400 Metern Länge unter Wasser.

Die Construction des Unterbaues ist aus den Zeichnungen zur Genüge erkenntlich.

Bezüglich der Specialausführung, bei welcher, unter der Oberleitung des Baudirectors Herz, dessen Stellvertreters Paulus und Oberingenieurs Ritter, der Sectionsingenieur Seeberg und die In-

genieure Vukodich und H. v. Schwind beschäftiget waren, ist noch Folgendes hervorzuheben.

Am meisten Schwierigkeiten bereitete selbstredend der Einbau das Systemes III, häufig unter einem Wasserstande von 6 Metern. Zum Zwecke dieses Einbaues wurden vorerst zwei Reihen Piloten geschlagen, welche von oben mittelst der durch ein Locomobile betriebenen Circularsäge jeweilig in der richtigen Höhe abgeschnitten wurden und zum Tragen des Oberbaues bestimmt waren. Sodann wurde der, unterdess in Längestücken von anfänglich 24 Meter, später 48 Meter angefertigte Oberbau an Ort und Stelle geflösst, mit Schienen beschwert und zwischen Führungspiloten vermittelst Ketten versenkt. Nach der Versenkung begaben sich ein Ingenieur und ein Arbeiter mittelst Taucheranzuges in die Tiefe, und wurde die richtige Lage der Versenkung durch Signale vermittelt. Das neu versenkte Bahnstück wurde nunmehr mittelst Laschen und Schrauben an das ältere Bahnstück gekuppelt und dann auf die Grundpiloten mittelst Nägeln von 1·5 Meter Länge und 50 Kilogramm Schwere durch Rammen befestigt, welche vom Wasserspiegel aus gehandhabt wurden.

V. Abschnitt.

Tunnelbau.

I. Capitel.

Geschichtliche Entwickelung und wissenschaftlicher Stand der Tunnelbaukunst.

Die heutige Tunnelbaukunst findet ihre Vorläufer in den Tunnelbauten der Strassen und Canäle, und reichen diese Vorläufer bis weit in die Zeit vor Christo.

Der Stollen zu Nimrud aus der assyrischen Zeit; der unter dem Euphrat hinführende Weg, welchen Nebukadnezar wölbte; der Stollen, den Eupalius, des Naustrophus Sohn, zu Samos erbaute; die unterirdische Ableitung des Fucinischen Sees, deren Eröffnung das Leben des Claudius bedrohte; dessgleichen die Ableitung des Averner Sees, sowie der von Cocceius erbaute Pansilippostollen nächst Neapel; endlich die unterirdischen Strecken der Wasserleitungen der Virgo (800 Meter lang), der Claudia (803 Meter lang) und der Anio novus (802 Meter lang), wie auch jene der alten römischen Leitungen zu Nimes, Lyon (circa 2600 Meter lang) und Antibes (4940 Meter lang): alle diese unterirdischen Bauten müssen als die Anfänge jener Erfahrungswissenschaft bezeichnet werden, vermittelst welcher wir heute die Schienenwege durch die Berge führen.

Von diesen alten Gallerien sind besonders jene zu Samos, dann die am Albaner-See und jene am Fucinischen See durch Herodot, Vitruv und Frontin näher beschrieben. Die erste Gallerie hat eine Länge von 7 Stadien (à 185·25 Meter) und besass (nach A. Hirt) eine Höhe von 8 Fuss und eine Breite von 8 Fuss; die Bergeshöhe ober der Gallerie wird mit 150 Klaftern im Maximum angegeben. Die zweite Gallerie, deren Ausführung auch von Livius be-

schrieben ist, wurde 359 vor Christo errichtet, und wird ihre Länge mit 1500 Passus (à 1·482 Meter), ihre Breite mit 5 Fuss und ihre Höhe mit 7 bis 8 Fuss angegeben. Die grösste der alten Gallerien, jene am Fucinischen See, wurde schon von Julius Cäsar angeregt; sie wird, je nach den Quellen mit 3000 bis 3500 Passus (4446 Meter bis 5187 Meter) Länge angegeben und als 9 Fuss breit und 19 Fuss hoch geschildert; ihr Bau dauerte 11 Jahre und beschäftigte durch diese Zeit stetig 30 000 Arbeiter.

Diese, sowie die vorgenannte Gallerie wurden durch schräge (tonnlägige) Schächte hergestellt, deren Anlage uns Wiebeking nach Frontin verdeutlicht, und welche, da die Römer senkrechte Schächte nicht anwendeten, zur Förderung durch Tragen des Haufwerkes (vergleiche pag. 53) dienten. Auch ist es nicht ohne Interesse, hier zu bemerken, dass schon Vitruv von Stollen in Sand und Thon spricht, welche eine Wölbung und auch eine solche in der Sohle erheischen, und dass er auf die Länge von je 1 Actus (355·7 Meter) immer einen Schacht (Puteus) für nöthig hält.

Ausser diesen alten Bauwerken ersehen wir aus dem Baue der römischen Schlammbehälter (Piscina limaria), unter denen besonders die zu Fermo und die Piscina mirabilis zu Bajae heute noch wohl erhalten sind, ebenso wie aus den Cloaken-Bauten, besonders der Cloaca maxima, dass die Römer in der Kunst der Herstellung unterirdischer Bauwerke schon hoch erfahren waren; eine Kunst, welche wir indess bereits bei den Griechen finden, wie dies das Schatzhaus des Atreus und die Gräber zu Myra, auch der oben genannte Stollen zu Samos, welchen Polykrates baute, erweisen.

Der früher erwähnte Pausilippostollen wurde nach Strabo 36 vor Christo von demselben Cocceius erbaut, welcher auch den Stollen am Averner See errichtete, und gibt Strabo den Pausilippostollen mit 1000 Passus (à 1·482 Meter) Länge, 30 Fuss Höhe und 25 Fuss Breite an.

Auch im Mittelalter treten die Anfänge der Tunnelbaukunst in Folge der unterirdischen Gänge der Burgen und Klöster mannigfach hervor.

Einer der interessantesten Tunnelbauten aus dem späten Mittelalter ist jener Tunnel, welchen Anna von Lusignan (1450) in

den Alpen, zwischen Nizza und Genua durch den Col di Tenda (Passhöhe 1800 Meter) begann, welcher (nach Kaselowski) 1782 durch Victor Amadeus III. zu graben fortgesetzt und 1794 bei der Invasion der Franzosen in einer Auffahrungslänge von 2500 Meter wieder verlassen wurde.

Die Reihe der neueren, breiten Tunnelbauten wurde durch den französischen Ingenieur Riquet eröffnet. Derselbe erbaute 1679 und 1680 den 510 Fuss langen, 22 Fuss breiten und 27 Fuss hohen, in Tuff gelegenen und erst 10 Jahre später ausgewölbten Malpastunnel im Zuge des unter Colbert 1665 begonnenen Canales von Languedoc, und verehren wir in Riquet den Pionnier unserer Wissenschaft.

Mit diesem Tunnelbaue wurde den Canälen, deren Wesen auch eine Durchstechung der Berge bedingte, eine neue Aera eröffnet, und wir finden von jetzt ab die Zahl der Tunnelbauten an Canälen und Strassen sich erheblich mehren. Insbesondere folgte dem Malpastunnel jener von Rive de Gier (1770) am Givorscanale, sowie jener von Torcy (1787) am Centrecanale, beides Bauwerke, welche an Kühnheit jene Felsengallerie übertrafen, die 1707 im Zuge des Saumpfades über den St. Gotthard durch festes Gestein geschlagen wurde.

Alle diese, seit dem 1450 begonnenen Tunnel durch den Col di Tenda errichteten Bauwerke müssen aber immer noch gewissermaassen als Vorläufer unserer heutigen Wissenschaft des Tunnelbaues angesehen werden; denn alle diese Bauwerke wurden, sofern sie breit waren, in standhaften Felsen ausgehauen, wie z. B. auch der Tunnel von Blisworth (1798), oder sie wurden nur schmal errichtet, wenn sie in drückendes Gebirge zu liegen kamen; in beiden Fällen also boten jene Tunnelbauten noch keine technischen Abweichungen von den Stollengrabungen, welche im Bergbaue üblich und schon Gemeingut der alten Völker waren.

Erst im Jahre 1803 trat der Tunnelbau in seiner heutigen Form als Wissenschaft auf, und zwar bei der Erbauung des $8 \cdot_0$ Meter breiten Tunnels von Tronquoy, welcher im Zuge des Canals von St. Quentin im sandigen Gebirge errichtet wurde; denn erst die Breite eines unterirdisch zu wölbenden, also durch druckreiches Gebirge zu führenden Tunnels ist, weil mit der Breite der Druck

wächst, das Unterscheidungs-Merkmal zwischen Tunnel und bergmännischem Stollen. Es ist von nicht geringem historischen Interesse, hier noch zu bemerken, dass bei diesem Tunnelbaue von Tronquoy (1803) bereits eine Dampfmaschine angewendet wurde. —

In der nun folgenden Zeit des Anfanges unseres Jahrhunderts wurde die Tunnelbaukunst wesentlich durch die Erbauung der Alpenstrassen gefördert und populär gemacht. Besonders waren es die Strassen über:

den Simplon	(6218	Pariser	Fuss Passshöhe)	1801	bis 1807	erbaut.
„ Mont-Cenis	(6354	„	„)	1803	„ 1810	„
„ Splügen	(6517	„	„)	1818	„ 1824	„
„ Bernhardin	(6351	„	„)	1819	„ 1823	„
das Stilfser Joch	(8662	„	„)	1820	„ 1824	„
den St. Gotthard	(6508	„	„)	1820	„ 1830	„

welche mehrfache Gallerien nöthig machten.

Wir nennen hier nur die Tunnelbauten an der Via mala; jene von Bormio am Stilfser Joch (126 Fuss lang, 15 Fuss breit, 15 Fuss hoch); das Urner Loch (54 Meter lang, 4½ Meter hoch, 4 Meter breit) und die Gallerie von Stalvedro an der Gotthardstrasse; endlich die 4 in Gneis und Granit gehauenen Strassentunnels von

Crevola,	180 Fuss lang,	18 Fuss breit,	15 Fuss hoch,
Isella,	32 „ „	18 „ „	15 „ „
Gondo	—	—	—
Algaby,	516 „ „	18 „ „	15 „ „

im Zuge der Strasse über den Simplon.

Diese Strassentunnels bereiteten indess wegen des felsigen Terrains so gut wie gar keine technischen Schwierigkeiten.

Mehr war dies schon bei jenen Canaltunnels der Fall, welche den Werken von Tronquoy (1803) und Riqueval (1803), beide im Zuge des Canals von St. Quentin, folgten, womit wir insbesondere die Tunnelbauten von Noirieu (1822), von St. Aignan (1822), dann den grossen Tunnel am Thames- und Medwaycanale (1822), wie auch den Tunnel von Pouilly am Bourgognecanale (1824) und den Tunnel von Harecastle (1824) bezeichnen wollen.

Dieser letztere Tunnel ist 14 Fuss hoch und 14 Fuss breit, wurde von Telford erbaut und ist dadurch historisch berühmt ge-

worden, dass er mit eisernen Bögen zum Zwecke seiner Wölbung ausgerüstet wurde.

Zu dieser Zeit nun trat der Tunnelbau in jenes Stadium der ausübenden Kunst, welches Sir Isambert Brunel geschaffen hat, und welches sich dadurch kennzeichnet, dass in ihm der Beweis geliefert wurde, wie ein Tunnelbau selbst durch den Schlamm eines Flusses hindurch, also unter den gefahrdrohendsten Umständen, technisch geschaffen werden kann. Wir meinen den eigentlichen Angriff des Baues des Themsetunnels, welcher schon 1798 durch Dodd und ein zweitesmal 1805 durch Vazie, ein drittesmal aber 1807 durch Trevithick und Vazie vergeblich unternommen worden war; welcher während seiner, vom 16. Februar 1825 bis zum 13. August 1841 dauernden Bauzeit zehnmal ersäufte und welcher seinem Erbauer Brunel jenen Ruf einbrachte, der ihm den Rang des unübertroffenen Grossmeisters in unserem Fache beilegt.

In der That war schon mit dem Angriffe des Baues des Themsetunnels ein ungemeiner Fortschritt, nicht sowohl in der Tunnelbaukunst allein, wie auf dem Gebiete der Ingenieurbauten überhaupt, erzielt worden; denn die Thatsache, dass Brunel ein so kühnes Unternehmen wirklich begann, hat ungemein wichtige fachliche und ethische Folgen herbeigeführt.

Der Bau des Themsetunnels, lange Zeit vor einer wissenschaftlichen Ausbildung des Faches des Tunnelbaues, unter den schwierigsten und gefährlichsten Verhältnissen unternommen, in welche der Tunnelingenieur überhaupt gerathen kann: war nämlich das erste kühne Werk unter allen, welche die Bautechnik unseres Jahrhunderts so hervorragend auszeichnen; und wenn der Bau des Themsetunnels auch für seine Zeit als ein verfehltes finanzielles Unternehmen bezeichnet werden muss, so brach er doch jener Kühnheit die Bahn, welche die Genossenschaft der Ingenieure heute so auszeichnet, und bot er das erste Glied in jener Kette bautechnischer Leistungen, deren Existenz schon heute in der Absicht gravitirt, unter dem Meere zu fahren.

Als nun Stephenson, während der Bauzeit des Themsetunnels mit seinen ungeheueren Errungenschaften auf der Stokton-Darlingtoner Linie, dem Culturgange der Menschheit das Mittel zu einer neuen Existenz mühsam geschaffen hatte; als das Vehikel der

Eisenhahnen durch sein Kraftvermögen mit einem Schlage überall Platz griff: da fand die Civilisation durch den kühnen, seiner Zeit vorauseilenden Schritt Brunels, auch schon das Mittel zur Erreichung ihres nunmehrigen Zieles vor.

Die Schienenwege, gebunden an die Ausgleichung der Unebenheiten der Scholle, forderten überall und unter allen geologischen Verhältnissen Tunnelbauten in Menge, und es ist nicht ohne immenses Interesse, sich des Umstandes zu erinnern, auf wie verschiedenartige Weise die Ingenieure, zur Zeit der Entstehung der Eisenbahnen, ihre Tunnelbauten angriffen.

Gleich im Entstehen der Bahnen bildeten sich die bekannten Tunnelbausysteme aus und wurden die ersten dieser Tunnelbauten auf ganz unterschiedliche Art durchgeführt.

Die Engländer verfolgten eine ringförmige Herstellung des Vollprofiles, anklingend an das System des Themsetunnels; die Belgier verfolgten das Princip des im Jahre 1828 errichteten Tunnels vom Canale von Charleroy; die Deutschen wählten das System der Canaltunnel von Tronquoy und Pouilly und klangen mit ihrem Kernbaue an jenes System an, welches Wiebeking schon 1814 nach der Art der Erbauung breiter Bierkeller in Bayern vorschlug; und die Oesterreicher endlich bildeten jenes System aus, welches der Zimmerung in den Freiberger Erzbergwerken entsprach, und welches im Tunnel von Oberau und von Gumpoldskirchen zuerst durch Meixner, respective durch Keissler zur Consistenz gelangte.

Als die ersten Eisenbahntunnel der Welt sind die folgenden zu verzeichnen:

Der erste Eisenbahntunnel liegt noch im Zuge einer Pferdebahn; es ist dies der eingeleisige, 1500 Meter lange, in der Sohle $2 \cdot_{6}$, im Kämpfer $3 \cdot_{00}$ Meter breite und $5 \cdot_{0}$ Meter hohe (Profil nach Minard in Crelle, „Journal für Baukunst"), im Jahre 1826 begonnene Tunnel von Terre-noir bei St. Etienne an der Linie Roanne-Andrezieux in Frankreich.

Die ersten Tunnel einer Locomotiveisenbahn sind die beiden Tunnels nächst Liverpool auf der Linie Liverpool-Manchester, welche von Stephenson 1826 begonnen und 1830 dem Betriebe übergeben, jedoch schon am 1. Juli 1829 zum erstenmale mittelst einer Locomotive durchfahren wurden.

Der grosse Liverpooler Tunnel ist 5940 engl. Fuss lang, 22 Fuss breit, 5 Fuss unter und 11 Fuss über Kämpferhöhe, also im Ganzen 16 Fuss hoch und zweigeleisig; der kleine Liverpooler Verbindungstunnel, welcher anfänglich durch Seilbetrieb befahren wurde, ist nur eingeleisig, 291 Fuss lang, 15 englische Fuss breit und 12 Fuss hoch; die Profile dieser Tunnel, sowie jene der Tunnels von Preston, von Leeds nach Selby und des neuen Liverpooler Tunnels: als die ältesten englischen Tunnels sind in der oben citirten Quelle zu finden. Die Kosten der beiden vorgenannten ersten Liverpooler Tunnels haben für den grossen Tunnel 34.791 Livres 4 Shilling 9 Pence jene für den kleinen 9.979 „ 5 „ 7 „

Summe circa 44.771 Livres Sterling

betragen.

Der erste Eisenbahntunnel in Deutschland ist jener von Oberau in Sachsen (1837); der erste in Oesterreich jener von Gumpoldskirchen (1839) unweit Wiener-Neustadt.

Mit diesen Bauwerken wurde nun jene ausserordentlich grosse Zahl der Tunnelbauten eröffnet, über welche heute das Culturmittel der Eisenbahnen verfügt, und es ist nicht ohne Interesse, in einigen markanten Strichen den raschen Anwuchs dieser Zahl zu skizziren, weil derselbe die Erfahrungsfülle am besten kennzeichnet.

H. Reusse gibt die Ausdehnung der Tunnelbauten in Deutschland und Belgien für das Jahr 1844 mit 12.425, respective 16.834, also zusammen mit 29.259 preussischen Fuss an; Deutschland hatte demnach zu jener Zeit auf 1000 Meter Bahnlänge je $2{\cdot}_{23}$ Meter, Belgien auf 1000 Meter Bahnlänge aber je $9{\cdot}_{16}$ Meter Tunnellänge, weil gerade die ersten Eisenbahnlinien dieses letzteren Landes sehr tunnelreich waren.

Mit Ende 1856 war die Zahl der Tunnelbauten schon ausserordentlich gestiegen; es zählten nämlich: Frankreich, Grossbritannien, Oesterreich, Deutschland, Belgien, Sardinien die Schweiz und Nordamerika in dem Netze ihrer Land- und Wasserstrassen und Eisenbahnen schon 615 Tunnels, mit einer Gesammtlänge von rund 67 deutschen Meilen. Auf die Eisenbahnen dieser Länder allein entfielen 486 Tunnels mit 279.193 Meter Gesammtlänge, so dass Ende 1856 dortselbst auf 1000 Meter Bahnlänge $3{\cdot}_{9}$ Meter Tunnel-

längegerechnet wurden. Mit Schluss des Jahres 1869 zählte Frankreich auf seinem 17.484 Kilometer langen Eisenbahnnetze 480 Tunnels mit 210.427 Meter Länge, also pro 1 Kilometer Bahnlänge $12 \cdot_{03}$ Meter.

Mit dem Schlusse des Jahres 1873 zählten allein die Gesammtlinien des „Vereines der Deutschen Eisenbahnverwaltungen" 514 Tunnel mit 146.731 Meter Gesammtlänge, und es entfielen speciell in Preussen pro 1000 Meter Bahnlänge $2._{96}$ Meter Tunnellänge und in Oesterreich pro 1000 Meter Bahnlänge $2._{23}$ Meter Tunnellänge.

Die Gesammtlänge aller Tunnel der Eisenbahnen der Erde wird gegenwärtig (Ende 1875) auf 104 deutsche Meilen geschätzt.

Seit der Zeit nun, als der grosse Stephenson mit dem Baue der Darlingtoner und der Manchester - Locomotiveisenbahn den Reigen der rasch um sich greifenden Bahnbauten eröffnete, datirt auch auf dem Gebiete des Tunnelbaues das Ringen nach dem besten Bausysteme, also ein Kampf der technischen Principien, welcher sich erst in den 50er Jahren durch das vielfältigere Auftreten der Literatur in diesem Fache ordnete und durch die Annahme dieser Ordnung auch zu einer grösseren Klarheit führte.

Wenn auch seit jener Zeit der Manchesterbahn durch das rastlose Bestreben der Jünger der Tunnel-Baukunst mancher Auswuchs der letzteren beseitiget werden konnte und es insbesondere als ein erst innerhalb der letzten 20 Jahre aufgetretener Fortschritt zu bezeichnen ist, dass der Ingenieur sich der rohen Meinung und der starren Gewohnheit des reinen und oft theoretisch ungebildeten Empirikers und des Zunftgebrauches im Handwerke zu entschlagen wusste, so ist jener Kampf noch immer nicht abgethan und wird es lange noch nicht sein, weil die Verschmelzung individueller Anschauung mit der immensen Unterschiedlichkeit der Localverhältnisse die persönliche Berechtigung der eigenen Anschauung bemäntelt.

Wie es aber auch mit dem Kampfe um das geeignetste Tunnelsystem bestellt sein mag: Eines ist klar, dass der Fortschritt in dem Fache des Tunnelbaues überhaupt kenntlich ist; denn langsam aber unwiderlegbar durch die Thatsachen gährt der Process der Wissenschaft auch in diesem Fache, und der Irrthum bringt uns fast ebenso schnell dem Ziele entgegen, wie die frühe Erkenntniss der Wahrheit: weil es ein Kriterium jeder, insbesondere einer

Bauwissenschaft ist, dass positive und negative Resultate das Gesichtsfeld erweitern, und gerade das Wesen der Tunnelbaukunst sehr darnach angethan ist, aus den Resultaten eines Baues erkennen zu können, wie man in künftigen Fällen zu verfahren oder nicht zu verfahren habe.

Blicken wir auf das Gewühl der Meinungen und der Ueberzeugungen, wie sie auf dem Gebiete des Tunnelbaues zu Tage treten, so lassen sich jene Fortschritte der denkenden Ingenieure überhaupt, welche basirt sind auf die früher genannte, ungeheuere Ausdehnung des Eisenbahnnetzes der Welt und auf die kühnen Forderungen der Zeit an den Techniker, in Kürze folgend kennzeichnen:

Wir haben erreicht, dass die Ausübung der Zimmerung, geschehe sie auch nach verschiedenen Systemen, weit intelligenter, also technisch richtiger und in Folge dessen mit billigeren Kosten hergestellt wird, als früher; wir haben den theilweisen und auch den gänzlichen Ersatz des Holzes durch das Eisen als einen wesentlichen Fortschritt in diesem Fache zu begrüssen, weil die grössere Festigkeit und Formbarkeit dieses Materiales den technischen Disciplinen in grossen Druckfällen mehr entspricht, als jene des Holzes, weil auch das Eisen durch seine vielfältigere Verwendbarkeit den ökonomischen Anforderungen weit gerechter wird, als das Holz, und weil das Eisen durch seine stabile Formung einen stets gleich bleibenden Schritt des Vordringens im Gebirge, also eine maschinenmässigere Gestaltung der Arbeit gestattet, als das Holz; wir haben des Weiteren im Tunnelbaue einen wesentlichen Fortschritt durch die maschinelle Gestaltung des Eindringens in das Gebirge erzielt, weil wir durch die Bohrmaschinen das Felsgebirge leichter als früher überwinden und weil wir durch maschinelle Pressung im weichen Gebirge die Eintreibung der schützenden Pfähle kräftiger, sicherer und billiger als mit dem Fäustelschlage erzielen; wir haben auch einen wesentlichen Fortschritt des Tunnelbaues durch festen Felsen in der Ausnützung weit kräftigerer Sprengmittel und besserer Sprenggeräthe, denn früher zu verzeichnen; wir haben ferner durch die Herübernahme anderer, ausserordentlicher technischer Fortschritte aus dem Gebiete des Bergbaues, namentlich betreffend die Förderung, die Wasserhebung,

die Wasserabsperrung (Cuvelage), die Tiefbohrung und die rasche Herstellung tiefer Schächte, das Fach des Tunnelbaues ganz wesentlich gehoben. Wir haben aber weiters noch, unterstützt durch die zahlreichen Hilfsmittel der modernen Technik, besonders durch jene der Anwendung comprimirter Luft — sei es zur Treibung von Maschinen, sei es zur Arbeit unter Wasser — und durch den Gebrauch der im Bergbaue so hoch entwickelten Ventilatoren gelernt, sehr lange Tunnel und Tunnels unter Wasser herzustellen; und wir haben endlich durch die Grossartigkeit der Tunnelaufgaben unserer Zeit und durch die Raschheit und Concurrenzfähigkeit im Tunnelbaue überhaupt gelernt, der Disposition eines Tunnelbaues, die ja immer an das Kriterium der Erfahrung geheftet ist und durch Bücher nicht gelehrt werden kann, eine breitere und durch Intelligenz incarnirte Unterlage zu geben. Gerade diese erhöhte Dispositionssphäre ist durch die Länge unserer heutigen Tunnelbauwerke wesentlich geschaffen worden und drückt sich durch die bei einem Tunnelbaue ganz unabhängig von dem Zimmerungssysteme zu treffende Wahl des Profilangriffes aus, weil allein durch diese Wahl der Theilung der Angriffsstellen im Profile Geld gespart und Zeit gewonnen werden kann, und dies besonders im Sprenggestein und in Rücksicht auf die Förderung.

Alle diese Errungenschaften haben zur Folge gehabt, dass die Sicherheit der Tunnelausführungen wesentlich gewachsen, ihre Bauzeit aber und ihre Kosten ganz wesentlich gesunken sind, und diese Ergebnisse, immer nur das Resultat langjähriger, mühseliger und weil gefährlicher, auch aufregender Arbeit der Ingenieure, sind nicht hoch genug anzuschlagen im Rahmen einer Disciplin, welche noch vor nicht langer Zeit Monopol Einzelner war und nicht selten finanziell und technisch gefürchtet wurde, also mit diesen Befürchtungen die Tracenwahl beeinflusste.

Was die Herabminderung der Kosten betrifft, so werden wir Gelegenheit haben, dieselben weiter unten zu skizziren.

Fragen wir nun nach jenen Werken, welche diese Errungenschaften mit erzielt und die Technik des Tunnelbaues auf eine noch vor Kurzem ungeahnte Höhe geschwungen haben, und welche als Zierde der technischen Leistungen unserer Zeit dastehen: so

haben wir insbesondere des $365._8$ Meter langen Themsetunnels, dann des $1407._8$ Meter langen Scheiteltunnels am Semmering, des $2496._0$ Meter langen Hauensteintunnels, des 4620 Meter langen Tunnels von la Nerthe, des $1627._0$ Meter langen Altenbeckener Tunnels, des $7634._5$ Meter langen Hoosactunnels in Nordamerika, ferner des Riesenwerkes des $12.233._5$ Meter langen Mont Cenistunnels, dann der städtischen Untertunnelung in London, des Weiteren der unter dem Wasser gelegenen Tunnelbauten nächst Chicago und Newyork; endlich auch der Ausführung des 14.900 Meter langen St. Gotthard-Tunnels zu gedenken.

Die Fortschritte der Tunnelbaukunst führen uns auch schon in die Schneefelder der Hochgebirge; denn die nördliche Pacificbahn culminirt in $1625._7$ Meter Seehöhe, die Union-Pacificbahn in $2513._8$, die Eisenbahn zwischen Lima und Oroya über die Anden in Südamerika sogar in 4769 Meter Seehöhe und der 1097 Meter lange Summittunnel dieser letzteren Linie, welcher die soeben genannte Culmination darstellt und zu dessen Ausführung in der dünnen Luftschicht von 14.688 Pariser Fuss Indianer verwendet werden müssen, dürfte gegenwärtig wohl der höchste Tunnel der Welt sein, weil der 506 Meter lange Summittunnel der Central-Pacificbahn nur in $2140._2$ Meter Seehöhe culminirt.

Und als die Gegenstücke dieser Riesenwerke der Technik, welche uns nicht nur weit in den Leib der Erde und in Höhen führen, die vordem nur der Condor der Anden bewohnte und der flüchtige Fuss des Indianers überschritt und zu denen sich demnächst der 19.300 Meter lange Alpentunnel durch die Rocky-Mountains gesellen wird, — haben wir anderseits auch solche Tunnelausführungen und ernste Projecte derselben zu verzeichnen, welche eine andere, wohl noch grössere Kühnheit der Technik darstellen, weil wir mit ihnen in das offene Meer und in den Untergrund der Flüsse und der Seen dringen; denn die schon vorerwähnten, ausgeführten Stollen unter den Michigansee, der begonnene 842 Meter lange Tunnelbau unter dem Harlemflusse bei Newyork, dessgleichen der ebenfalls begonnene 4800 Meter lange Tunnelbau unter dem Mersey (zwischen Birkenhead und Liverpool) und der allerdings momentan ins Stocken gerathene Bau bei Attok unter dem Indus rechtfertigen die Projecte der submarinen Unter-

schreitung der Bay von S. Francisco, des Bosporus und der Meerenge von Messina (mittelst eines 8500 Meter langen Tunnels), den Bau unter Humber nächst Hull, dann das Project eines 13.800 Meter langen Tunnels unter der Meerenge von Gibraltar, endlich das riesigste diesfällige, in seinen Einleitungen in unseren Tagen schon werkthätig begonnene Project einer 32.000 Meter langen Unterschreitung des Canales von la Manche.

Uebergehen wir nun nach dieser Skizzirung der Entwickelung und des gegenwärtigen Standes der Tunnelbaukunst zur Schilderung der Repräsentation, welche diese beiden Momente 1873 zu Wien erfahren haben, so ist zu bemerken, dass diese Repräsentation eine sehr anregende war, wie dies die nachfolgende Benennung der Ausstellungsobjecte kennzeichnen wird. In dieser Vorführung haben wir die streng in das Gebiet des Bergbaues gehörigen Objecte ausgeschieden, wiewohl sie auch für den Tunnelingenieur im höchsten Maasse lehrreich waren.

II. Capitel.

Tiefbohrungen.

Die Herstellung tiefer Bohrlöcher zu Zwecken eines Tunnelbaues, sei es nun der geoologischen Untersuchungen halber, sei es zu Zwecken der Controlirung der Richtung, oder aber zu Zwecken der Ventilation, sei es endlich gemäss den Erfahrungen der Neuzeit, zu Zwecken rascher Abteufung der Schächte, oder sei es zu Zwecken von Sondirungen bei Brückenbauten, gewinnt im Fache des Eisenbahnbaues überhaupt und in dem Specialfache des Tunnelbaues insbesondere immer mehr an Bedeutung.

Die Wandelungen, welche die Tiefbohrtechnik durchgemacht und insbesondere in der neuesten Zeit erfahren hat, sind von so grossem Interesse, dass ein kurzgehaltener Rückblick auf die Geschichte dieser Kunst für den Eisenbahningenieur nicht ohne Bedeutung ist, zumal die gebotenen Ausstellungsobjecte für die angedeuteten Wandlungen als charakteristische Belege dienten.

Wie die Tradition uns lehrt und in einer vor 180 Jahren zu Amsterdam erschienenen Reisebeschreibung angegeben, auch 1827

von dem Missionär Imbert bestätiget wird, haben die Chinesen das Abbohren bedeutender Tiefen mit einem Seile und einer „eisernen Hand“ (holländisch „Yzerhand“) schon längst gekannt, und erscheint diese Methode, tiefe Löcher abzubohren, auch so natürlich, dass sie sofort zur Anwendung gelangte, als im Beginne unseres Jahrhundertes der emporblühende Bergbau und die Aufsuchung tiefer Wasser-Quellen das Bedürfniss nach Tiefenuntersuchungen überhaupt ins Leben riefen.

Wir finden die Seilbohrmethode schon angewendet 1827 in Frankreich, 1828 in Belgien, 1832 bei Saarbrücken und 1834 in Ehrenbreitstein.

Die Nachtheile des Seilbohrens traten aber zu jener Zeit bei grossen Tiefen derartig grell hervor, dass man sehr bald wieder zu den steifen Gestängen griff und auch hölzerne Gestänge einführte, welche schon im 17. Jahrhunderte in Deutschland in Uebung gewesen sein sollen, in Russland von jeher angewendet und nach Hericart de Thury und Fromme im Jahre 1829 und 1833 in Deutschland erneut eingeführt und besonders vom Hofrathe Glenk im Bohrloche bei Büddingen gebraucht wurden.

Freiherr v. Oeynhausen führte nun, in Erkennung der Nachtheile der steifen Gestänge, bei dem Bohrloche zu Rheme 1831 seine Rutschschere ein, welche, der Vorläufer der Freifallinstrumente werdend, eine neue Epoche in der Geschichte der Bohrtechnik hervorrief.

Diese Freifallinstrumente, obschon v. Oeynhausen, Rost und der berühmte Bohringenieur v. Seckendorf sie vordem entworfen haben wollen, werden in der Regel als das geistige Eigenthum des Bohringenieurs Kind, des bekannten Bohrmeisters aus Freiberg, desshalb anerkannt, weil er in dem Bohrloche bei Mondorf dieses Instrument zuerst, und zwar am 17. Juni 1844 gebrauchte.

Diese wichtige Erfindung drängte das Seilbohren ganz zurück und gab Anlass zur Erdenkung und Anwendung zahlreicher anderer Freifallinstrumente, unter denen wir nur jene von Fabian, Werner, Rost, Wlach, Degousse, Hulot, Zobel, ferner von Esche in Oberschlesien, Eike in Mühlheim, Romanovsky in Russland, Purtsche in Algier, Sparre in Dortmund, dann die Instrumente unserer rühmlichst bekannten Landsleute v. Rittinger und Klečka, welch'

Letzterer die bekannte böhmische Wechselschere zuerst 1849 im Bohrloche „Kaiser Franz Josef“ zu Trebušic anwendete, hervorheben wollen.

Mit diesem Stande der Bohrkunst erreichte man schon schnell und sicher die bis jetzt bekannten tiefsten Bohrlöcher, unter anderen auch das heute tiefste Bohrloch der Welt, nämlich jenes zu Sperenberg in Preussen ($4051^2/_3$ Fuss, also $9^1/_2$mal so tief, wie der Wiener Stephansthurm hoch) und gestaltete dadurch das Bohrwesen thatsächlich zu einer Kunst.

Aber nicht nur die Erreichung grosser Tiefen, sondern auch die Herstellung weiter Löcher ist es, welche wir als epochemachend in der Tiefbohrkunst hervorheben müssen.

Der rühmlichst bekannte Bergingenieur Combes hatte 1844 die Idee ausgesprochen, sofort ganze Schächte abzubohren, und schon 1849 führte Kind diese Idee zuerst zu Schönecken, später auf der Grube Leopold aus, und die Vereinigung der Ingenieure Kind und Choudron machte seit der Bohrung zu St. Vaast in Hennegau das Abbohren $2^1/_3$ bis $4^1/_4$ Meter weiter Schächte zu Styringen, Perrones, Escarpelle, wie auch auf Grube Agnes und Maria zu einer solchen Specialität, dass Haniel auf seiner Zeche Rheinpreussen bei Homberg thatsächlich daran gehen konnte, einen Schacht von 30' äusserem Durchmesser der Mauerung abzubohren.

Alle diese bedeutsamen Errungenschaften in der Bohrkunst spornten zu weiteren Erfindungen an, welche sich im Wesentlichsten dahin concentriren, grosse Gebirgskerne herauszubringen, günstig im Schwimmsande vorzudringen, den Schmand vom Orte schnell zu beseitigen und die Zeit der Herausholung des Gestänges überhaupt, und insbesondere durch Einführung vollkommenen Seilbohrens zu vermindern.

Die Erfindungen von Degousse bezüglich der Bohrung grosser Kerne, von Fauvelle bezüglich der Bohrung mit Hohlgestänge und Wassereintrieb zur Beseitigung des Schmandes, von Laue und von Chanoit und Catelineau, welche ein Stück Hohlgestänge als Schmandpumpe benützen; ferner die Erfindung der gegenwärtig in Dänemark, Norddeutschland, Holland, England und Amerika, zuerst 1862 von Glenn angewendeten, oft auch Jenson'sche und Brunle'sche genannten, üblichen Bohrweise, besonders Schwimmsand durch

Hohlgestänge und Wassereintrieb sehr rasch abzubohren, eine Methode, welche die Aalborger Compagnie bis zu 1206 Fuss in 62 Tagen erreichter Teufe angewendet und die der Ingenieur Przibila zu Köln neuerlich eingehend beschrieben hat; des Weiteren die Erfindung von Leschot und Beaumont, Bohrungen mit rotirenden Diamanten auszuführen; endlich die neuesten Erfindungen des Seilbohrens von Kolb, von Mather und Platt, von Hochstrate, dann von Sparre, Rungius und Andern: alle diese Erfindungen charakterisiren einen ausserordentlich bedeutsamen Fortschritt auf dem Gebiete der Bohrtechnik.

Vertreten waren diese Fortschritte der Bohrtechnik auf der Ausstellung durch folgende Objecte:

1. Graphische Darstellung des Bohrloches zu Sperenberg.

(Ausgestellt von der Bergwerksabtheilung des königlich preussischen Ministeriums für Handel. — Deutsche Abtheilung.)

Dieses Bohrloch, Epoche machend in der Geschichte der Bohrtechnik, weil es **bis jetzt zu dem tiefsten Punkte in der Erde führt, welcher bislang durch menschliche Arbeit erreicht wurde**, misst $4051^2/_3$ preussische Fuss = $1271{\cdot}_4$ Meter und ragt bis in 1224 Meter unter den Spiegel der Ostsee; es wurde in der Zeit vom 27. März 1867 bis zum 15. September 1871, also in 1633 Tagen abgebohrt und wurde die Teufe bis 956 Fuss während 1 Jahres und 2 Monaten, und die weitere Teufe von circa 3100 Fuss in circa $3^1/_2$ Jahren mittelst eines Dampfbohrapparates niedergebracht.

Das Loch steht anfänglich in Gyps, von $273^1/_2$ Fuss an theilweise in Anhydrit, und von $280^1/_2$ Fuss Tiefe an **ununterbrochen** in Steinsalz, ohne dass dessen Lager durchgebohrt worden wäre.

Die **Handarbeit** (bis 956 Fuss Teufe) wurde in der oben genannten Zeit derart ausgeführt, dass anfänglich neun, zuletzt dreizehn Arbeiter beschäftigt waren; auf die eigentliche Bohrung, welche im Monate September 1867 den monatlichen Maximalfortschritt mit 1401 preussischen Zoll durch 294.300 Schläge erreichte,

entfielen 3285.5 Stunden Bohrzeit und 2464·5 Stunden auf Nebenarbeiten und 2821 Thaler Bohrlöhne.

Ein Zoll Abbohrung kostete im Mittel 7 Silbergroschen 5·8 Pfennige an Bohrlöhnen und benöthigte im Mittel an Zeit für Bohrung und Nebenarbeiten 31·55 Minuten.

Die Maschinenbohrung von 956 Fuss Teufe bis 4051 $^2/_3$ Fuss beanspruchte 5275 Stunden factischer Bohrzeit und 9563 Stunden für Nebenarbeit, im ganzen eigentliche Bohrzeit 14.831 Stunden.

Die Bohrkosten betrugen hier im Mittel pro ein Zoll Abbohrung 3 Silbergroschen 1·2 Pfennige für Bohrlöhne, und 6 Silbergroschen 0·9 Pfennige für Brennmaterial; einen Zoll abzubohren beanspruchte an eigentlicher Bohrzeit 8·52 Minuten, an Nebenarbeiten 15·4 Minuten im Ganzen circa 24 Minuten.

Die Kosten des ganzen 4051 $^2/_3$ Fuss tiefen Bohrloches betrugen:

	Thaler	Silbergroschen	Pfenninge
a) Verwaltungskosten	1.768	2	1
b) Betriebslöhne	16.536	13	6
c) Frachtspesen	2.238	23	2
d) Materialien	20.510	2	1
e) Maschinen und Geräthe etc. . .	17.065	7	11
Summe .	58.118	18	9
Es kostete also 1 laufender Fuss circa	14	10	—
Der mittlere Fortschritt pro Tag betrug 3.1 preussische Fuss.			

Es möchte nicht ohne Interesse sein hier noch zu bemerken, dass in diesem Bohrloche Temperaturmessungen (vergleiche „Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen“, 1872, pag. 206) angestellt wurden, welche folgende (abgerundete) Resultate ergaben:

Teufe in Fussen	Grad Réaumur	Grad Celsius
100	11.0	13.7
500	14.0	17.5
1.000	18.6	23.2
1.500	22.1	27.6
2.000	26.4	33.0
2.500	30.5	38.1
3.000	34.4	43.0
3.500	35.2	44.0
4.000	38.5	48.1

2. Beaumont'sche Bohrmaschine.

(Zeichnung ausgestellt im Pavillon Mahler u. Eschenbacher.)

Die diesfalls gebrachte Skizze gibt nur die Anregung, um von einer der wichtigsten Erfindungen im Bohrwesen sprechen zu können, nämlich von der Bohrung tiefer Löcher mittelst des Diamanten-Röhrenbohrers; eine Erfindung, welche schon auf der letzten Pariser Ausstellung durch die Exposition von Leschot Aufsehen erregt hat und welche dem Major Beaumont dort Anregung gegeben haben soll, zu seiner höchst wichtigen heutigen Erfindung, tiefe Löcher durch den Diamantbohrer (Hohlgestänge, Wassereinpressung, Erzeugung von Kernen) rasch herzustellen.

Die Leschot'sche Erfindung, in Händen einer englischen und einer amerikanischen Gesellschaft, hat für den Tunnelbau eine ausserordentliche Tragweite, weil vermittelst derselben sehr rasch Löcher zur Ventilation und Richtungsbestimmung niedergebracht, und durch sie die neue amerikanische Schachtteufemethode (Abbohrung zahlreicher tiefer Löcher auf einmal, welche wieder mit Sand verfüllt und dann successiv abgesprengt werden) angewendet, die Zeit der Abteufung tiefer Schächte also wesentlich vermindert werden kann.

Schon die ersten Versuche mit diesen Drehbohrern ergaben nach „Broja" einen Fortschritt pro Minute im Granit von 2 bis 3 Zoll, im Quarz 1 Zoll, im Sandstein 4 Zoll, im feinkörnigen Sandstein

$4^1/_2$ Zoll bei 2 Zoll Lochweite. Die Epoche machenden Tiefbohrungen bei Darlington erwiesen bei $4^1/_2$ Zoll Lochweite und bei Totalteufen von 200 bis 836 Fuss einen Fortschritt von 36 Fuss per Woche; die Bohrung bei Whitehaven im Steinkohlengebirge ergab innerhalb zwei Monaten schon einen Fortschritt von 600 Fuss; die erste derartige Tiefbohrung in Deutschland bei Hamm, erregte dadurch, dass pro Tag 14 bis 16 Fuss und in drei Wochen 360 Fuss gebohrt wurden, ungeheueres Aufsehen; vergrössert wurde das Aufsehen durch die schon genannte amerikanische Schachtabteufungsmethode nach dem Systeme Henry Blesant und dem Patente Shelly und Bullok.

Es wurden nach dieser Methode, je nach dem Schachtquerschnitte bis zu 36 sehr tiefe Löcher abgebohrt und wurden in einem Schachte gleichzeitig 7 Maschinen in Betrieb gesetzt, deren jede im Mittel pro 24 Stunden 34 Fuss Bohrloch lieferte; ein Bohrloch, das Loch Nr. 28, lieferte in vier Tagen sogar 200 Fuss vierzölliges Bohrloch.

Bezüglich des Schiessens und Abräumens dieser Bohrlöcher wurde schon bei den ersten Proben durch zwei Häuer, drei Taglöhner und ein Förderer bei achtstündigem Schichtenwechsel in 19 Arbeitstagen eine Schachtteufe von 76 Fuss erzielt.

Die Praxis dieser immer mehr um sich greifenden Teufe-Methode bewährt sich ganz besonders in sehr festem Gestein und im Wasser, und pflegt man 200 bis 300 Fuss zuerst abzubohren, bevor man mit dem Schiessen beginnt.

Das Bohrloch bei Böhmisch-Brod, das erste in Oesterreich mittelst Diamanten-Röhrenbohrung geteufte Loch erwies folgende Resultate:

Die Tiefbohrung bei Böhmisch-Brod ergab Teufe:

Am 10. Juli 1874	—	
„ 31. „ „	313′	6″
„ 15. August 1874	593′	2″
„ 31. „ „	748′	11″
„ 15. September 1874	1.058′	8″
„ 30. „ „	1.206′	0″
„ 15. October „	1.517′	8″
„ 28. „ „	1.703′	4″
„ 4. November „	1.860′	0″
„ 24. „ „	2.018′	6″

Die Maximalleistung wurde am 17. September 1874 von 1058 Fuss bis 1111 Fuss, also mit 53 Fuss pro 24 Stunden erzielt.

Im Allgemeinen wurde im Böhmisch-Broder Bohrloche (welches wohl das tiefste ist, das gegenwärtig [1875] mit Diamant-Röhrenbohrung niedergebracht wurde und welches geschichtlich deshalb höchst interessant ist, weil es am Tage seiner Niederdringung bis zu 2018 Fuss das bis dahin rascheste Vordringen menschlicher Arbeit in die Erdrinde ergab) im Rothliegenden pro Minute:

im Sandsteine 1 Zoll,
im Schiefer 5/4 „
im Conglomerate 3/4 „ abgebohrt.

In neuester Zeit sind die Tiefbohrungen vermittelst Diamanten durch die Beseitigung der Hindernisse, welche durch die Gestängebrüche im Böhmisch-Broder Bohrloche hervorgerufen wurden, sowie durch die Leistungen in dem Bohrloche zu Rheinfelden und bei einigen Tiefbohrungen in Frankreich noch wesentlich erhöht worden. Insbesondere ist von dem Rheinfeldener Bohrloche zu berichten, dass es innerhalb der Zeit vom 18. August bis 1 September 1875 eine Teufe von 739 Fuss erreichte; dass, nachdem die Arbeit bis 23. September gestört war, die Wiederaufnahme der Bohrung schon am 30. September eine Teufe von 1200 Fuss ergab, und dass nach mannigfachen Störungen und nach gänzlicher Erweiterung des Bohrloches dennoch die Schlussteufe von 1422 Schweizer Fuss schon am 15. October 1875 erreicht wurde.

Stellt man die Teufenerreichung des Rheinfeldener Bohrloches in eine Parallele mit jener von Schöningen und Sperenberg, so ergibt sich für die Teufe von 373·6 Meter, welche in Rheinfelden am 30. September erreicht war, folgende Tabelle:

	Rheinfelden	Böhmisch-Brod	Sperenberg
373·6 Meter Teufe beanspruchten Kalendertage	48	78	518
pro Kalendertag wurden gebohrt Meter	7.8	4.8	0.72
Der Fortschritt verhält sich also, wie	10	6	1

Auf die erreichten Gesammttiefen reducirt und verglichen mit den berühmten Handbohrungen zu Schöningen und Sperenberg ergeben sich für vier Diamantbohrungen folgende Gesammtresultate:

	Tiefe Meter	Tage	Meter pro Tage	Maximum pro Tag in Metern
Schöningen	583.9	272	2.15	4.84
Sperenberg	1.272.2	1.583	0.80	—
Ballycloghan	170	46	3.70	6.0
Risca in Südwales	332	70	4.75	10.5
Böhmisch-Brod	698	196	3.53	16.7
Rheinfelden	434	63	6.90	23.4

3. Freifallinstrument von Sparre für Seilbohren.

(Deutsche Abtheilung.)

Der Fortschritt des Seilbohrens, welcher sich seit den letzten zehn Jahren sehr bemerkbar macht und in Deutschland durch Kolb und Hochstrate, in England durch Mather und Platt und in Serbien durch Kleritj ganz besonders cultivirt wird, war durch ein neues, sehr sinnreiches, und prämiirtes Instrument von Sparre vertreten, welches, auf das Fabian'sche Freifallstück basirend, die Torsion des Seiles durch ein Flügelrad hemmt und die Umsetzung des Meissels im Wesentlichen dadurch bewerkstelliget, dass im Innern des Fabian'schen Stückes gleichsam ein schwerer, langer Cylinder mit dem Auf- und Niedergange ab- und aufwärts spielt und durch angebrachte schräge, conträr gestellte Schlitze und in denselben eingreifende Stifte einmal das Fabian'sche Stück mit dem Meissel, das anderemal der genannte Cylinder mittelbar mit dem Meissel „gesetzt" wird.

Die praktische Arbeit mit dem Instrumente wird aus Westphalen sehr gerühmt und scheint den ausgezeichneten Leistungen von Hochstrate und Mather und Platt, deren höchst interessante Apparate von Kegel und Wagner in der „Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen 1873" näher beschrieben sind, wesentliche Concurrenz zu bereiten.

Das Verfahren der Letzteren, nach dem Systeme Colin-Mather, geniesst gegenwärtig in England sehr grosses Ansehen und hat in Mid-

delsborough und in Norwich ausgezeichnete Resultate erzielt, da das erstere 18zöllige Loch binnen 540 Tagen auf 1312 Fuss Teufe, das letztere binnen 616 Tagen auf 1184 Fuss Teufe gebracht und bei Löchern in Canterbury (von 446 und 473 Fuss Teufe) sogar tägliche Fortschritte von $6^2/_3$ Fuss Teufe erzielt wurden.

4. Allgemeine Bohrarbeiten-Unternehmung Manget, Lippmann & Comp. in Paris und Neapel.

Diese Firma, vormals Degouse, Laurent & Comp., brachte in der französischen Abtheilung der Maschinenhalle eine ganz vorzügliche Sammlung von Bohrinstrumenten zur Ausstellung, unter denen insbesondere ein Modell für Maschinenbohrung ein verdientes Interesse erregte. Das Modell repräsentirte eine Bohrteufe von $677 \cdot_8$ Meter, $1 \cdot_{800}$ Meter Anfangsdurchmesser und $1 \cdot_{380}$ actuellen Durchmesser. Dieser Gerätheausstellung war ein aus dem Brunnen von la Chapelle aus 546 Meter Teufe herausgehobener Bohrkern von $1 \cdot_{725}$ Meter Höhe und $0 \cdot_{692}$ Meter Durchmesser beigegeben, welcher Kern die Fortschritte in der heutigen Fähigkeit des Kernbohrens in brillanter Weise repräsentirte.

5. Apparate von Pock und von Szigmondy.

Unter den übrigen Ausstellungen sind die Bohrapparate von J. R. Pock (österreichischer Hof), von Wilhelm Szigmondy, welcher sich eines umgeänderten Klecka'schen Freifallinstrumentes bedient und sich durch Bohrungen auf der Margaretheninsel nächst Pest rühmlichst bekannt gemacht hat, hervorzuheben.

6. Bohrgesellschaft zu Aalborg.

Endlich ist noch der durch ausgestellte Bohrkerne erwiesenen Resultate der Gesellschaft für Bohrung von Brunnen zu Aalborg zu gedenken. Diese Gesellschaft hat in Dänemark binnen 62 Tagen ein Bohrloch von 1206 Fuss Teufe und 2 Zoll Durchmesser für einen Kostenpreis von 1500 Thaler mit einem Apparate niedergebracht, welcher exclusive dieses Betrages mit 375 Thaler Anschaffungskosten bezeichnet wird. Nähere Angaben fehlten leider, und scheint dieses Verfahren nur in weichen Massen anwendbar und identisch mit jenem zu sein, welches (vergl. pag. 342)

der Amerikaner Glenn bereits 1862 anwandte, welches sich P. Jenson 1872 patentiren liess und welches im Jahre 1873 bei den Hafenbauten zu Altona von dem Ingenieur Schäffer mit aussergewöhnlichem Erfolge im Schwimmsande angewendet wurde, ein Verfahren, das übrigens auch schon Ende der Sechziger Jahre in Amerika von Brunle angewendet wurde.

III. Capitel.

Maschinenbohrung.

§. 1. Allgemeine Entwickelung des Maschinenbohrens.

Schon kurze Zeit, nachdem der Freiberger Bergmeister Martin Weigel 1613 den für die culturelle Entwickelung der gesammten Menschheit so ungemein wichtigen Process des Bohrens und des Schiessens, also des Gesteinsprengens mittelst Pulver in jener Grube eingeführt und damit dem gesammten Bergbaue die erste jener drei materiellen Unterlagen gegeben hatte, die im Gesteinssprengen, in der Einführung der Dampfmaschine und in der Anwendung der Maschinenbohrung bestehend, den gesammten Bergbau, also einen der Urhebel menschlicher Civilisation, in jene Bahn gelenkt hatte, welche uns heute so mächtig culturell entwickelt dastehen lässt: kurze Zeit also nach 1613 trat schon die Idee auf, die Gesteinsbohrung maschinell zu gestalten.

Der Rector von Ilefeld am Harze, Henning Huthmann, schlug nämlich schon 1683 den Berghauptmann Hieronymus von Witzendorff eine Bohrmaschine nach dem Principe der Rammarbeit vor. Aber mehr als 100 Jahre mussten verfliessen, ehe die maschinelle Bohrarbeit erneut von dem menschlichen Geiste erfasst wurde, denn erst 1803 trat der Kunstmeister Gainschnigg wieder mit der Idee zu Salzburg auf, die langsame Häuerarbeit durch eine Maschine zu ersetzen. Im Jahre 1813 verfolgte Richard Trevithick zu Cornwall, einer der Erfinder des Dampfwagens, also einer jener grossen Geister, welche bemüht waren, den Menschen die thierische Arbeit abzunehmen, die Idee des Maschinenbohrens weiter; aber auch dieser dritte Mann war nur dem Zeitgeiste vorangeeilt, ohne seinem Gedankenfluge werkthätige Unterlage verleihen zu können.

Da trat im Jahre 1844 der Engländer Brunton mit der Idee auf, verdichtete Luft, deren Wesen man bei den pneumatischen Eisenbahnen unterdess zur Function gebracht hatte, auf einen Hammer zu dem Zwecke wirken zu lassen, um ihm durch 200 Schläge pro Minute die Aeusserung auf einen Bohrmeissel im Vereine mit der Ventilation der Grube zuzuweisen.

Der Franzose Cavé in Paris verfolgte 1851 diese Idee weiter, indem er schon mit einer durch comprimirte Luft getriebenen Bohrmaschine auftrat. Diese Idee hatte nämlich neue Anregung durch den kühnen Plan einer Durchtunnelung des Col de Frejus (Mont-Cenis) gefunden, welche den belgischen Ingenieur Mauss in das endgiltige Stadium des Aufgreifens der maschinellen Bohrarbeit zu Anfang der Fünfziger Jahre lenkte; eine Arbeit, die unterdess unser Landsmann Kranner schon in den Vierziger Jahren zu Prag anlässlich seiner Steinröhrenbohrung bereits wesentlich gefördert hatte.

Das ernstliche Aufgreifen der Absicht, die Alpen im Mont-Cenis zu durchstossen, wurde nunmehr zum Leitfaden menschlicher Speculation auf dem Gebiete maschineller Gesteinsbohrung, und müssen wir in dem Engländer Bartlett, welcher 1854, dann in dem Schweizer Colladon, welcher am 30. Juni 1855, und in dem Deutschen Schuhmann, welcher ebenfalls 1855 mit Versuchen, maschinell zu bohren, auftrat, die drei Männer verehren, welche den lang gehegten Plan endlich zur Werkthätigkeit brachten.

Ihnen folgten nun in raschem Schritte die Erfindungen von Castelain, Schwarzkopff (1857), Sommeiller, Grattoni und Grandis (1857) und Haupt (1858), welch' letzterer zu South-Boston und im Hoosactunnel versuchsweise bohrte.

Die nunmehr erzielten Riesenleistungen im begonnenen Baue des Tunnels durch den Mont-Cenis, regten nun eine grosse Zahl von Technikern an, welche bemüht waren und es noch sind, eigenthümliche Bohrmaschinen zu construiren. In England allein zählte man 1866 (nach Hartig) 91 Patente auf verschiedene Gesteinsbohrmaschinen, und sind es ausser den durch die obigen Namen gekennzeichneten Systemen, besonders jene von Sachs (1863), Bergström (1865), Low (1865), Dubois und François (1868), Burleigh (1869), Osterkamp (1869), Mac-Kean (1872), Azzolino dell' Acqua

(1872), Ferroux (1873), Ingersoll (1873), Warrington (1873), Darlington (1873), Warsop (1874); wie auch die von Maedermotts, Edwards, Shepheard & Stuckey, Johnson, Tigler und neuestens die Systeme von Cranston und von Turrettini, welche das öffentliche Interesse erregen.

Der Eisenbahningenieur kann alle die zahlreichen aufgestellten Maschinensysteme fachlich nicht mehr untereinander abwägen, denn die Reihe der Constructionen ist schon so gross und die darüber erschienene Literatur derartig umfangreich geworden, dass die Registrirung und fachliche Beurtheilung aller dieser Systeme unter einander nicht nur schon in das Gebiet der mechanischen Technologie gehört, sondern dass der Artikel „Gesteinsbohrmaschine" in der Technologie selbst bereits eine eigene, hervorragende Abtheilung bildet. Diese Thatsache, welche sich seit 10 bis 15 Jahren vollzogen hat, rechtfertigt vollkommen das Gesetz unserer Zeit, auch die Handarbeit auf dem festen Gesteine, eine der mühsamsten der schweisstriefendsten und der gegen die Oekonomie der Volkswirthschaft ganz ausserordentlich verstossenden, in Maschinenarbeit umzuwandeln.

§. 2. Vertretung des Maschinenbohrers auf der Ausstellung.

Es war hiernach im Voraus zu erwarten, dass die Weltausstellung zu Wien eine reichliche Illustration dieses Zeitgesetzes bringen würde, und wenn auch nicht alle Blüthen des menschlichen Erfindungsgeistes auf dem in Rede stehenden technischen Zweige zu unserer Anschaunng gebracht waren, so war die Zahl und die Intensität der ausgestellten Objecte keine geringe, denn es waren von eigentlichen Gesteinsbohrmaschinen, abgesehen von der anregenden Skizze über die Beaumont'sche Bohrmaschine und abgesehen von dem Drehbohrer von Tunkler (vergleiche Heft LIX, des officiellen Ausstellungsberichtes, pag. 5). England durch das System Braydon, Davidson und Warrington; Belgien durch das System Dubois und François; Deutschland durch die Systeme Osterkamp, Sachs, Rosenkranz und Sotzmann; Oesterreich (in Vermittlung durch Mahler-Eschenbacher) durch die Systeme Burleigh; Italien durch die Systeme Sommeiller und Azzolino dell' Acqua vertreten.

Die von Mac-Kean angemeldete Maschine konnte zum Bedauern sehr vieler Ingenieure von diesen nicht aufgefunden werden.

Wir werden nun im Folgenden eine Beschreibung der ausgestellten Bohrmaschinen geben, sind jedoch genöthiget, diese Beschreibung auch auf einige hervorragende andere, nicht ausgestellt gewesene Bohrmaschinensysteme, selbst jene der neuesten Zeit auszudehnen, weil uns ein genereller Ueberblick der Hauptsysteme als nothwendig erscheint, um *a)* den Gesammtfortschritt auf dem Gebiete der Maschinenbohrung erkenntlich machen und *b)* den ausgestellt gewesenen Objecten die technische Rangstufung in diesem Fache ermöglichen zu können.

§. 3. Beschreibung der hauptsächlichsten Bohrmaschinensysteme.

Ebenso, wie der Bau des Mont-Cenis-Tunnels die eigentliche Ursache zum werkthätigen Aufgreifen der Bohrmaschinenarbeit überhaupt war, ist es auch die Durchführung dieses Riesenbaues gewesen, welche die Entwickelung dieser Disciplin des Maschinenwesens wesentlich gefördert hat. Diese Förderung trat schon während dieses Tunnelbaues vehement auf und charakterisirte sich vornehmlich auf der vorletzten Weltausstellung, jener von Paris 1867. Unter den damaligen Maschinen sind es besonders die Systeme von Schuhmann, Schwarzkopff, Bartlett, Sommeiller-Grattoni-Grandis, dann die Maschinensysteme von Haupt in Philadelphia, von de la Roche-Tolay und Perrot, von Tigler in Ruhrort, Bergström in Persberg, Donking in London und von Sachs in Altenberg gewesen, welche die Techniker am Ende der Sechziger Jahre auf das lebhafteste beschäftiget haben.

Seit dieser Zeit hat die maschinelle Bohrarbeit eine ausserordentliche Ausdehnung und grosse Sesshaftigkeit im Bergbaue (hier erleichtert durch die Vorfindlichkeit von Motoren auf der Grube) wie auch im Tunnelbaue erlangt, dessen Forderungen der Zeitkürzung oft das Moment des Preises überwiegen.

Die Stofffülle der Ideen auf dem Gebiete der maschinellen Gesteinsbohrung ist uns 1874 und 1875 durch die ausserordentlich verdienstvollen Generalübersichten von C. A. Angström, von Dr. A. Gurlt und von Dr. Hartig in Dresden am markantesten vorgeführt worden und die im Jahre 1866 allein in England patentirten 91 Gesteinsbohrmaschinen verschiedener Art sind seitdem nicht nur

praktisch gesichtet, sondern durch einige wesentliche neue Arten vermehrt worden. Unsere Zeit handhabt gegenwärtig vorzugsweise folgende Systeme:

Sommeiller (seit 1857), Sachs (1863), Dubois und François (1868), Burleigh (1869), Osterkamp (1869) Doering, Mac-Kean (1872), Azzolino dell'Acqua (1873), Ferroux (1873), Ingersoll (1873), Power Jumper (1873), Darlington (1873), Warsop (1874), Geo H. Reynold (1875), Turrettini (1875) und Cranston (1876).

Alle diese Maschinen sind sogenannte Percussionsmaschinen, und dominirt diese Varietät. Wir werden uns aus Grund dieser dermaligen Dominirung hier nur mit diesen sogenannten Percussionsmaschinen beschäftigen, obschon anknüpfend an unsere Abhandlungen vom Jahre 1864 (Ržiha, „Lehrbuch der gesammten Tunnelbaukunst") dem rotirenden Bohren für gewisse mehlige Gesteinsarten, deren Härtegrad selbst bis 3 reichen kann, und vorzugsweise im kalkigen Gesteine ein sehr günstiges Prognostikon gestellt werden muss, denn die verlorene Arbeitsleistung ist bei dem rotirenden Bohren weit geringer, als beim Percussionsverfahren, und wir besitzen in dem Aufleben der Diamantbohrung das Moment für die Einführung des fast unvernichtbaren Schabemittels zum Zwecke der Drehbohrung selbst in dem härtesten Gesteine. Ja wir erblicken in dem Drehbohrsysteme die schon im Boltontunnel bei Manchester von Donking angebahnte Herstellung kreisrunder Vorstollen, welches Ideal der Gewinnungsarbeit dem Vernehmen nach von Beaumont und Schmidtmann, wie auch von einigen amerikanischen Ingenieuren bereits werkthätig erstrebt wird und neuestens durch die Brunton'sche Maschine lebhaften Ausdruck erlangt hat.

Diese Erstrebung erfährt auch wesentliche Förderung durch die Herstellung kleiner Sprenglöcher vermittelst Dreharbeit, wie sie schon 1840 zu Lankowitz in Steiermark, später von Kranner in Prag, 1844 (laut Mittheilungen) von Combes, das Weitere durch die Versuche von Rittinger und von dem Verfasser (in Braunschweig) exercirt wurden, und wie sie gegenwärtig durch das System Leschot-Beaumont, dann durch den Drehbohrer von Lisbeth und allerneuestens durch den Ingenieur Reska in Prag mit so immensem Erfolge durchgeführt wird.

Wir möchten das Wesen dieser Anhoffung nur in Kürze durch die folgenden Resultate von Rotationsbohrung kennzeichnen, wobei wir die Riesenleistungen der früher vorgeführten Diamant-Tiefbohrungen in Erinnerung bringen.

a) Lisbeth-Bohrer, verbessert durch Hagans und v. Balzberg.

(Versuche im Salzkammergut im Mergel, Thon, Gyps, Haselgebirge und Steinsalz von 1 bis $3\cdot_5$ Härte.)

Die Bohrzeiten bei der Drehbohrung verhalten sich zur Meisselbohrung (mit Hand):

α) Bei Steinsalz wie 26 : 104 oder rund $1 : 4\cdot_0$

β) Beim Haselgebirge wie 24 : 107 oder rund $1 : 4\cdot_5$.

γ) Bei festem Mergel wie 59 : 191 oder rund $1 : 3\cdot_2$.

δ) Bei Anhydrit wie 51 : 107 oder rund $1 : 2\cdot_1$.

Die Gesammtarbeitsresultate nach fünfmonatlichem Durchschnitte („Berg- und Hüttenm.-Jahrbuch" 1873) stellen sich folgend:

α) Auffahrung mittelst Handmeisselbohrung:

Reines Verdienst per Schicht	63 kr. ö. W.
Verbrauchtes Sprengmaterial	11 kr. „ „
Leistung pro Schicht	$0\cdot_{031}$ Kubikklafter.
Gedinge pro 1 Kubikklafter fester Masse	24 fl. ö. W.

β) Drehbohrung mit der v. Balzberg'schen Handmaschine:

Reines Verdienst per Schicht	76 kr. ö. W.
Verbrauchtes Sprengmaterial	16 „ „ „
Leistung per Schicht	$0\cdot_{051}$ Kubikklafter.
Gedinge pro 1 Kubikklafter fester Masse	18 fl. ö. W.

b) Leistung des Drehbohrers von Reska. („Oest. Z. f. B. u. Hw." 1876.)

α) Zeit einer Abbohrung in sehr fester Kohle auf $0._8$ Meter Lochtiefe, bei 40, respective 35 Millimeter Durchmesser.

	System Lisbeth	System Reska	Fäustel-Arbeit
Zeit der Aufstellung Minuten	4.5	5.0	—
Abbohrung von 0.4 Meter „	3.0	1.5	—
Bohrerwechsel „	1.5	1.0	—
Abbohrung von 0.4 Meter „	3.0	1.5	—
Bohrerentfernung „	1.0	1.0	—
Summa .	13	10	32

β) In mittelfestem Schiefer, Bohrloch von 0.8 Meter Tiefe.

Gesammtzeit bei System Reska 14 Minuten.
„ bei Fäustelbohrung 68 „

γ) Vergleiche mit der Burleigh'schen Bohrmaschine:

System Reska,

härteste Kohle pro Minute 0.21 Meter bis 0.32 Meter,
mittelfester Schiefer „ „ 0.16 „ „ 0.24 „
schiefriger Sandstein „ „ 0.11 „ „ 0.16 „
sehr fester Sandstein „ „ 0.05 „ „ 0.11 „

System Burleigh,

sehr fester Sandstein „ „ 0.11 „ „ 0.15 „

woraus ersichtlich, dass quarziges Gestein mit Stahlbohren vortheilhaft drehend nicht gebohrt werden kann. —

Kehren wir nach dieser Abschweifung zu unserem eigentlichen Thema, der Beschreibung der wichtigsten Percussionsmaschinen, zurück, so gelangen wir zur folgenden Uebersicht, welche jedoch noch einer Vorbemerkung bedarf.

Die ungemein zahlreichen Erfindungen auf dem Gebiete der Gesteinsbohrmaschinen sollen hier nur durch charakteristische Beispiele und durch die Vorführung der am meisten eingebürgerten Systeme geschildert werden. Wir hoffen damit dem Bauingenieur jene generelle Uebersicht zu verschaffen, welche im Vereine mit der Kenntniss der Unterschiede der Maschinensysteme ihn befähiget, ein selbstständiges Urtheil über die einzelnen Bohrmaschinen sich zu verschaffen.

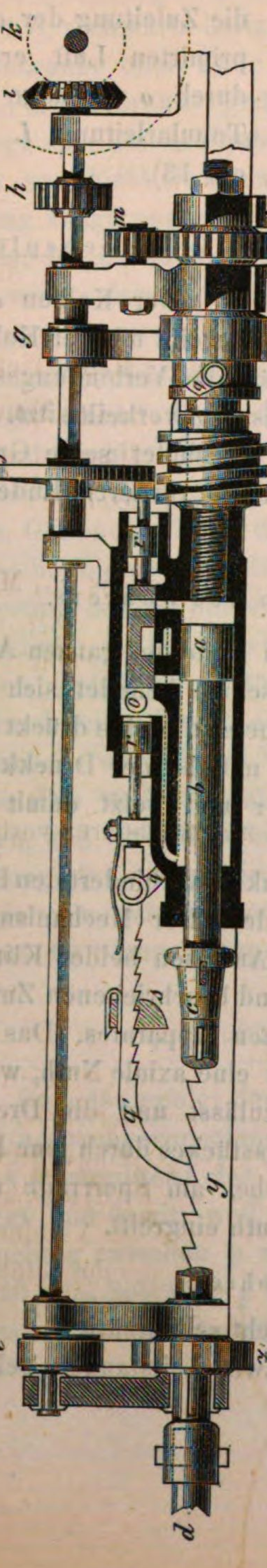


Fig. 11.

Zum Zwecke dieser Uebersicht haben wir uns nur schematischer Darstellungen und mit Absicht eines möglichst kurzen Textes bedient. Es sind also in den Zeichnungen mit Absicht gewisse maschinelle Details, z. B. Kolbenliderungen, Zusammensetzungen der Cylinder, Lager, Polsterungen etc., wie auch alle jene Schnitte ausgelassen und vermieden worden, welche dem Constructeur wohl sehr erwünscht sein würden, hier jedoch eine Detaillirung hervorrufen müssten, welche die Principienschilderung — auf die es uns hier allein ankömmt — zu weitschweifig gemacht haben würden. Die Bezeichnung eines schematischen Charakters der Figuren gewährt auch die Licenz gegenüber dem reinen maschinellen Detail.

1. System Sommeiller.

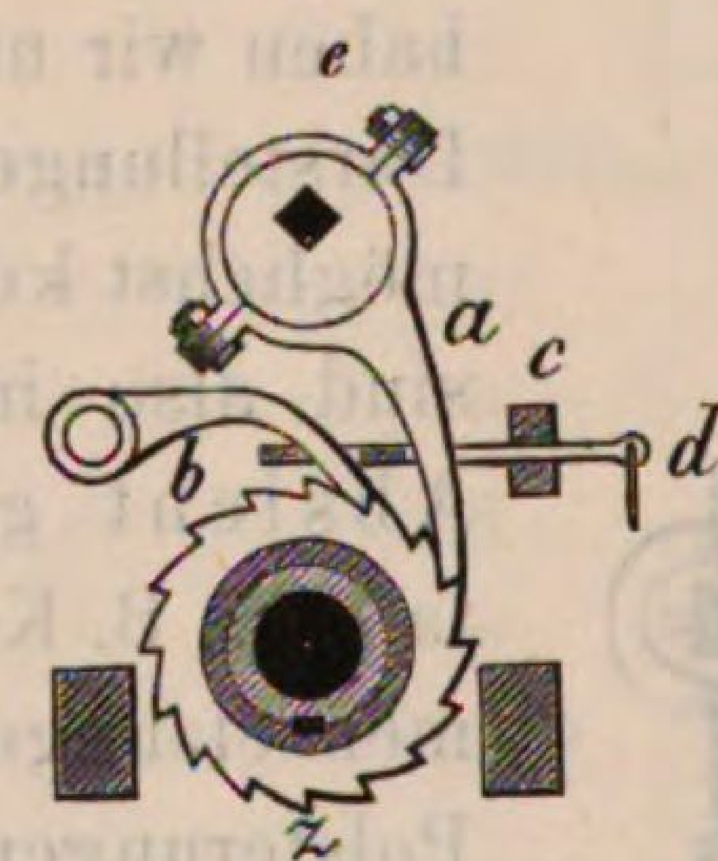
(Neuere Construction.)

Bezüglich der älteren Construction verweisen wir auf: Řžiha, „Tunnelbaukunst", pag. 141 und 143.

a) Kolbensteuerung.

Der Muschelschieber wird durch eine eigene Maschine in Vermittelung durch *k* und *i* und die Scheibe *f* (Figur 11) derart bewegt, dass er dem Wechselspiele des Kolbens *r* folgt, welcher durch die comprimirte Luft permanent an die schiefe Ebene der Scheibe *f* gedrückt wird;

Fig. 12.



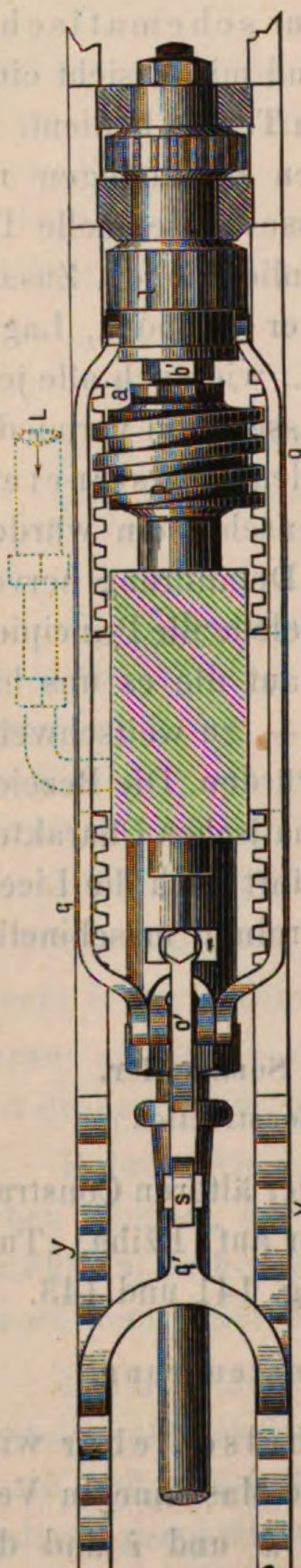


Fig. 13.

die Zuleitung der comprimirten Luft erfolgt durch *o* vermöge der Tubularleitung *L* (Figur 13).

b) Kolbenspiel.

Der Kolben *a* ist vereint mit der Kolbenstange *b*; diese trägt das Verbindungsstück *c*, an dem der Meissel *d* verkeilt sitzt. Der Hub ist variabel; er findet seine Grenze an dem Luftpolster am vorderen Ende des Arbeitscylinders.

c) Setzen des Bohrers.

Am vorderen Ende des ganzen Apparates der Bohrmaschine befindet sich eine excentrische Scheibe *e*; dieselbe drückt (vergleiche Figur 12) mittelst der Druckklinke *a* das Sperrrad *z* und setzt damit den Bohrer.

Die Sperrklinke *b* verhindert den Rückgang des Sperrrades. Der Mechanismus *d* und *e* dient zum Auslösen beider Klinken, während des folgend beschriebenen Zurückdrehens des ganzen Apparates. Das Verbindungsstück hat eine axiale Nuth, welche das Bohrerspiel zulässt und die Drehung dieses Verbindungsstückes durch jene Feder ermöglichet, welche, am Sperrrade angebracht, in diese Nuth eingreift.

d) Vordringen des Bohrers.

Das Vordringen des Bohrers geschieht selbstthätig.

Der Arbeitscylinder ist zwischen zwei Leitstangen gelagert und kann sich an denselben bewegen.

Diese Stangen *y* haben vorne vertical gestellte Sperrzähne (Fig. 13), rückwärts horizontal gestellte Schraubenzähne, in welche die Schraube ohne Ende *p* eingreift, die an den Cylinder durch eine Achsenschraube gedrückt wird, aber sich noch drehen kann. Bewegt sich die Schraube *p* in ihrem Stangengewinde nach vorwärts, so schiebt sie auch den Arbeitscylinder, der in einer Backenführung hängt, nach vorwärts. Die Drehung der Schraube *p* erfolgt mittelst des Excenters *g*, der durch eine Sperrklinke auf das Zahnrad *l* wirkt, dessen Welle durch Stangenkuppelung die Schraube bewegt.

Das Vordringen des Bohrers wird nun durch zwei Factoren erzeugt, einmal durch die Ausnützung des variablen Hubes und das anderemal durch das Nachschieben des Arbeitscylinders vermittelst der eben beschriebenen Schraube *p* zum Zwecke einer neuen Geltendmachung des variablen Hubes. Dieses Nachschieben geschieht folgend: Ist der variable Hub ausgenutzt, so hebt der Vorsprung des Verbindungsstückes *c* den Knopf *s* und damit die Zahnklinke q_1; nunmehr kann die comprimirte Luft den secundären Kolben *r* plötzlich vorstossen, worauf q_1 weiter vorspringt, indem es durch eine Feder *o'* wieder gepresst wird. Weil nun die Schraube *p* durch ihren Vorwärtsgang die Kuppelverbindung mit *l* schliesslich verloren hat, so ist eine neue Kuppelung wieder vonnöthen, und wird dieselbe dadurch erzielt, dass die vorhin genannte Wirkung der comprimirten Luft auf den Nebencylinder *r* jene Stangen *q* mitschleppt, welche mit dem Sperrrade *l* verfestigt sind, so dass die Stangenkuppelung *b' a'* wieder aufs Neue wirkt.

e) Rückgang der Bohrmaschine.

Derselbe erfolgt durch Auslösung der Sperr- und Druckklinke der Umsetzungsvorrichtung (Figur 12), sowie der Vorschiebung des Rades *h* vermittelst der Hand; greift Letzteres in *m* ein, so wird *n* bewegt und damit, weil die comprimirte Luft auf *r* wirkend, die Kuppelung zwischen *p* und *l* auch festhält, wenn die Klinke q_1 schleift, die Schraube *p* in entgegengesetztem Sinn gedreht, also der ganze Apparat zurückgeschafft.

2. System Dubois & François. (Vergleiche Figuren 14, 15, 16 und 17).

a) Kolbensteuerung und Kolbenspiel.

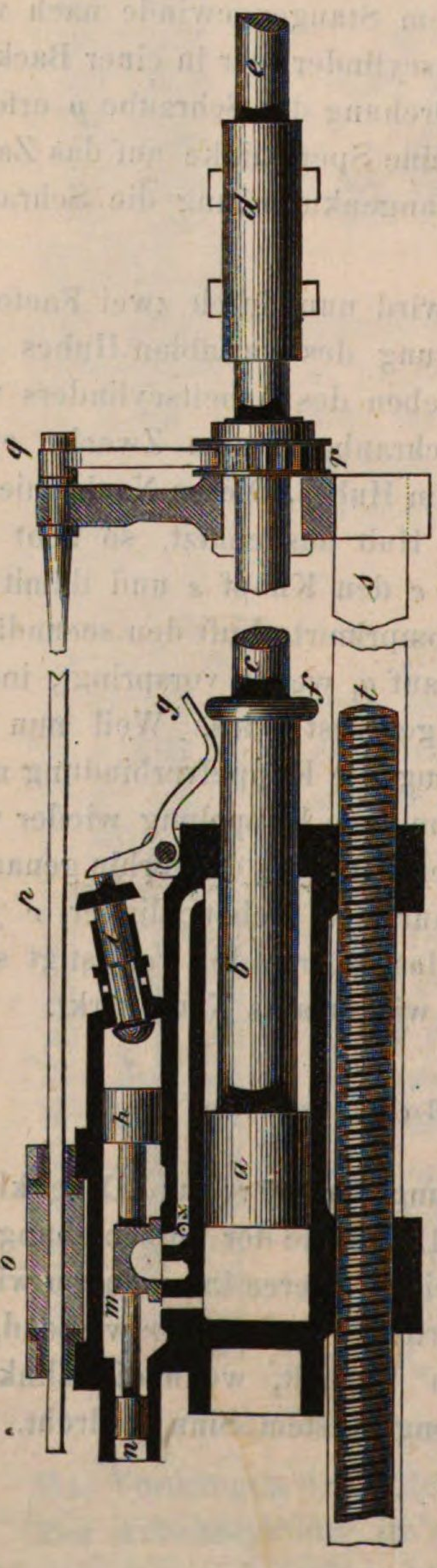


Fig. 14.

Diese Bewegung beruht auf der Flächendifferenz der beiden Steuerkolben *n* und *h*, welche den Schieber *m* hin und her bewegen. In den Raum zwischen beiden Kolben tritt die comprimirte Luft durch eine Oeffnung ein. Dieselbe schiebt den Kolben *h* vorwärts, weil seine Fläche grösser als die des Kolbens *n* ist; während dieses Vorganges dringt die comprimirte Luft durch einen engen in dem Kolben *h* befindlichen Canal vor derselben, so dass am Ende des Kolbenspieles *h* die Räume vor und hinter diesem Kolben ausgeglichen sind. Durch diese Bewegung wird der Schieber *m* bewegt, und es erfolgt der Eintritt der comprimirten Luft in den rückwärtigen Theil des Arbeitscylinders, wodurch der Arbeitskolben *a* und mit ihm das Verbindungsstück *d*, respective der Bohrer *e* seinen Vorwärtsstoss erhält.

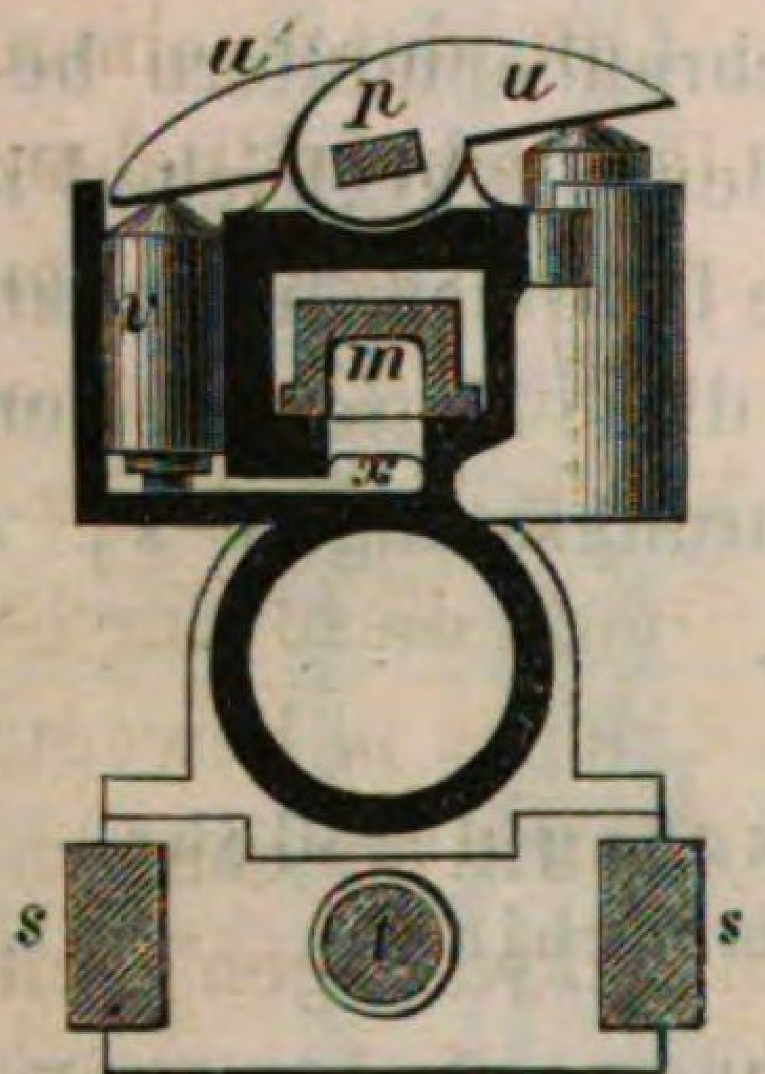
Weil nun unterdess die vorher erklärte Luftausgleichung um den Kolben *h* sich vollzogen hat, so gelangt nun die comprimirte Luft in dem Steuerraume auf den kleineren Schiebercylinder *n* zu ihrer Wirkungsäusserung, der Schieber *m* macht seinen Rückgang und gestattet der comprimirten Luft den Eintritt in denjenigen Raum, wel-

cher die Kolbenstange *b* umgibt; der Arbeitskolben *a* erfährt also seinen Rückgang. Bei diesem Rückwege wirkt der Ring *f* auf den Hebel *g*; dieser stösst auf den Piston *i* und bringt durch diese Bewegung die comprimirte Luft zum Ausflusse, welche vor dem Schiebercylinder *h* lagert. Die Schieberbewegung kann also aufs Neue beginnen. Die Polstermechanismen an den Cylinderdeckeln sind auch in dieser Zeichnung fortgelassen.

b) Setzen des Bohrers.

Oberhalb des Schieberraumes befindet sich ein Mechanismus *o*, dessen Durchschnitt, ausgedehnt auf alle betreffenden Maschinentheile durch die Figur 15 dargestellt ist.

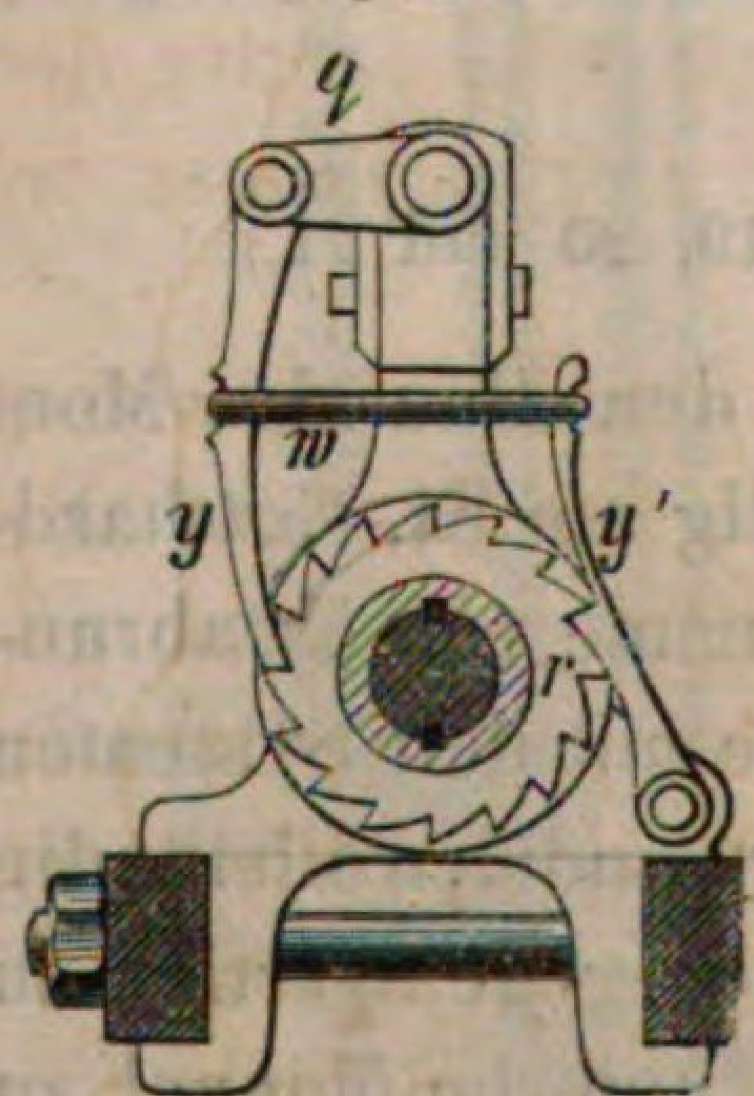
Fig. 15.



Man sieht aus dieser Figur, wie die comprimirte Luft aus dem Schieberraume durch Canälchen *x* abwechselnd auf vertical gestellte Kolben *v* wirkt. Dieses Wechselspiel bewegt die Daumen *u* und *u'*, also auch die Transmissionsstange *p*, letztere wiegend.

An dem vorderen Ende dieser Transmissionsstange befindet sich (Figur 14) der Mechanismus *q*, welcher in seinem Querschnitte durch Figur 16 dargestellt ist. Aehnlich wie bei der Maschine von Sommeiller wirkt nun hier eine Druckklinke *y* auf ein Sperrrad, welches durch Nuth und Feder mit der Bohrerverbindungsstange *c* derart verfestiget ist, dass diese Stange durch das Sperrrad zwar immer vor- und rückwärts stossen, aber doch gedreht, also der Bohrer ruckweise „gesetzt" werden kann; eine Sperrklinke *y'* fixirt dieses Setzungsmaass, indem ein Kautschukband *w* den beiderseitigen Andruck von Druckklinke und Sperrklinke bewerkstelliget.

Fig. 16.



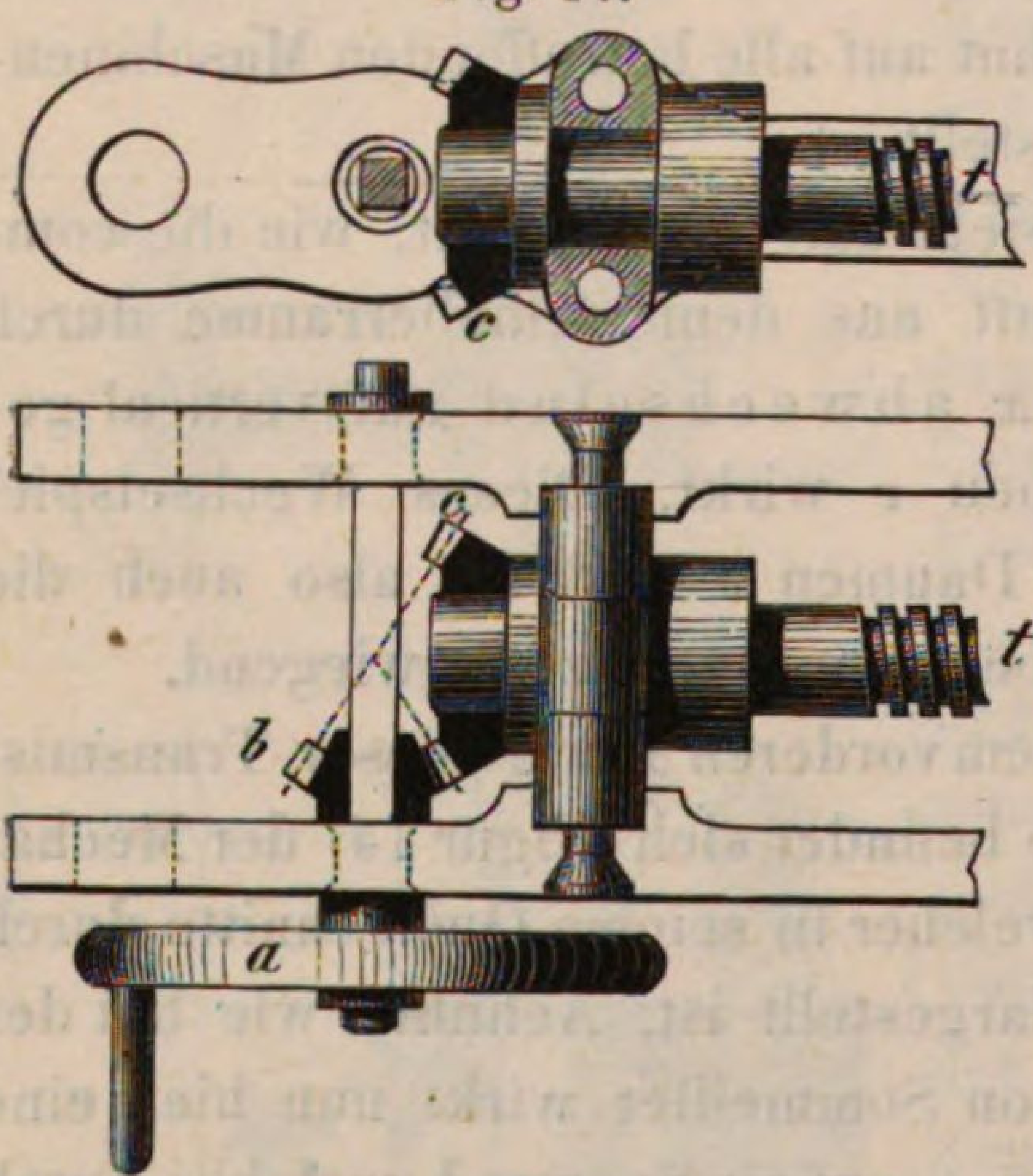
c) Vordringen des Bohrers.

Das Vorwärtsschieben des Bohrers erfolgt bei dem Systeme Dubois & François durch Handbewegung, ist also dem Gefühle und

der Achtsamkeit des Arbeiters anheimgestellt. Diese Achtsamkeit wird allerdings insofern regulirt, als der variable Hub des Arbeitskolbens eine gewisse Sicherung der Arbeit bietet und als bei etwaigem zu weiten Vorschrauben der Maschine der rückwärtige Deckel des Arbeitscylinders zu dicht an den Arbeitskolben *a* gepresst wird, wodurch ein ungenügendes Spiel des Kolbens *a*, also nahezu der Stillstand erzielt wird.

Dieser durch die Hand zu bewegende Mechanismus ist durch Figur 17 erläutert; man sieht aus derselben, dass durch ein Kurbelrad *a* ein konisches Räderpaar *b* und *c* bewegt wird, wodurch die Schraube *t* ihre Rotation erhält. Durch diese Rotation werden Schraubenmuttern bewegt, auf denen (vergleiche Figur 14) die Bohrmaschine sitzt, und laufen diese Muttern in den Gestelleführungsstangen *s*, *s* (Figur 15).

Fig. 17.



d) Rückgang der Bohrmaschine.

Derselbe erfolgt durch die entgegengesetzte Bewegung des soeben beschriebenen Handmechanismus.

3. System Ferroux. (Vergleiche Figuren 18, 19, 20 und 21.)

Der Maschinenmeister Ferroux, welcher den Bau des Mont Cenis-Tunnels mitgemacht hat und gegenwärtig am St. Gotthard-Tunnel beschäftiget ist, also über eine grosse Summe von Erfahrungen im Bohrmaschinenwesen gebietet, hat eine mit den Systemen Sommeiller und Dubois & François geistesverwandte, vollständig automatische Bohrmaschine ersonnen, welche gegenwärtig zu grosser Zufriedenheit im St. Gotthard-Tunnel und im Tunnel zu Cochem a. d. Mosel arbeitet.

Diese Maschine besteht aus zwei Arbeitstheilen, welche sich in die durch comprimirte Luft bewirkte Gesammtarbeit der Meisse-

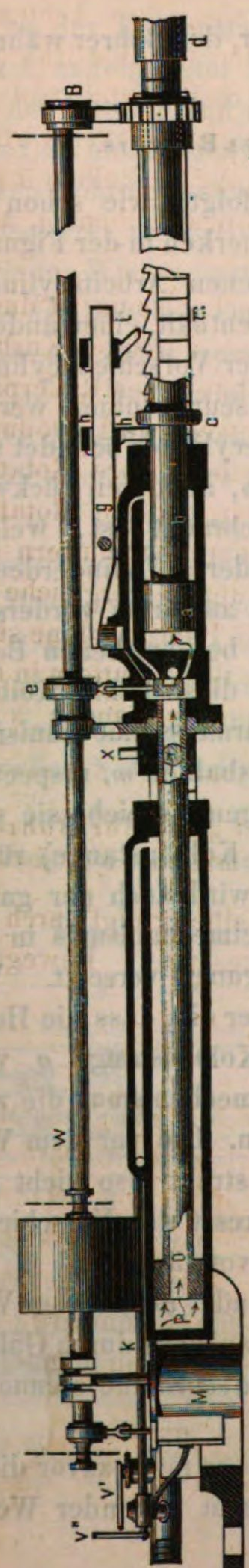


Fig. 18.

lung und in das ebenfalls und separat durch comprimirte Luft betriebene Vor- und Rückwärtsschieben der Bohrmaschine trennen.

a) Kolbensteuerung und Kolbenspiel.

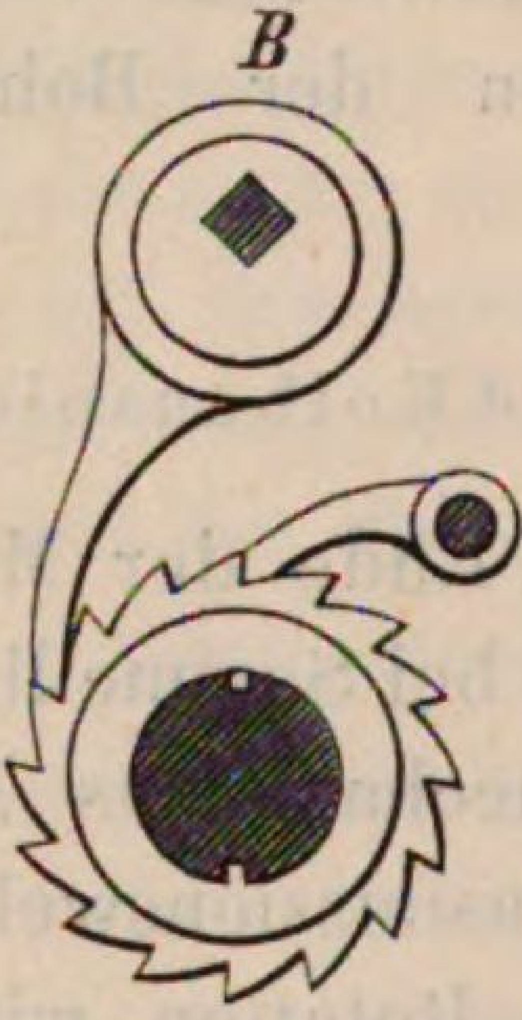
Am rückwärtigen Ende der Maschine befindet sich, wie bei Sommeiller ein separater Kolbenmechanismus *M*, welcher eine lange Transmissionswelle *w* rotiren lässt; diese Rotation wird durch ein kleines, breites, massiges Schwungrad unterstützt.

Etwa in der Mitte dieser Transmissionswelle befindet sich ein Excenter *e*, welcher den Steuerschieber (neuestens Hahnsteuerung) für den eigentlichen Bohrmechanismus bewegt. Durch diese Bewegung tritt die comprimirte Luft abwechselnd vor und hinter den Arbeitskolben *a*, respective findet nach vollbrachter Arbeit ihre Entweichung. Die Länge des Arbeitscylinders veranlasst den auch hier so nothwendigen variablen Hub.

b) Setzen des Bohrers.

Das Setzen des Bohrers geschieht ebenfalls durch Vermittelung eines Sperrades im Wege des Excenters *B*, welcher am vorderen Ende der Transmissionswelle *w* angebracht ist. Der Schnitt Figur 19 soll diesen Setzapparat schematisch verdeutlichen, welcher Apparat Druck- und Sperrklinke und eine Feder hat, in welche die axiale Nuth der Verbindungsstange eingreift. Der

Fig. 19.

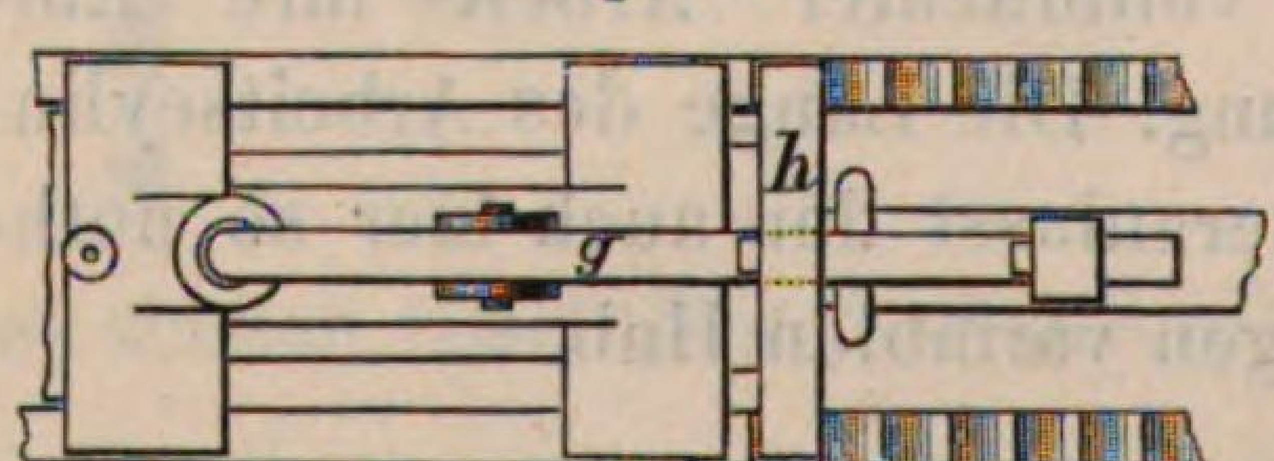


Apparat setzt also, wie früher, den Bohrer während seines Spieles.

c) Vordringen des Bohrers.

Dieses Vordringen erfolgt, wie schon erwähnt, automatisch. Wir bemerken in der Figur 18 vor dem soeben beschriebenen Arbeitscylinder, welcher den Bohrerkolben *a* enthält, einen anderen langen Cylinder, welcher der Vorschiebecylinder oder, nach Ferroux, Propulseur genannt werden kann. In diesem Vorschiebecylinder befindet sich eine hohle Kolbenstange *o*, an deren rückwärtigem Ende der Vorschiebekolben *P* angebracht ist, welche vermittelst einer Stopfbüchse durch den vorderen Cylinderdeckel geht; und welche (die hohle Kolbenstange) an ihrem vordersten Ende durch Einschraubung den ganzen, oben beschriebenen Bohrmeisselmechanismus trägt. Schiebt sich also diese hohle Kolbenstange vor, so muss sich auch dieser Bohrmeisselmechanismus sammt dem Excenter *e* entlang dem Führungsbalken *m*, respective entlang der Rotationswelle *w* vorwärtsbewegen; schiebt sie sich (die hohle Kolbenstange) rückwärts, so wird auch der ganze Bohrmeisselmechanismus in die Rückbewegung versetzt. Wir schalten hier ein, dass die Hohlheit der Kolbenstange *o* vorzugsweise den Zweck hat, dem Bohrmeisselmechanismus die zum Betriebe nöthige comprimirte Luft zuzuführen. Die vor dem Vorschiebekolben *P* eintretende comprimirte Luft strebt also nicht nur dem Bohrmeisselmechanismus zu, sondern presst den Vorschiebekolben, also diesen Mechanismus immer nach vorwärts.

Fig. 20.



Seinen Halt in diesem Vorwärtsdrange findet aber dieser Vorschiebekolben, also auch der Bohrmeisselmechanismus durch Gabelzinken *h* (Figur 20), welche sich vor verticale Zähne stemmen, die an den Leitstangen *m* angebracht sind.

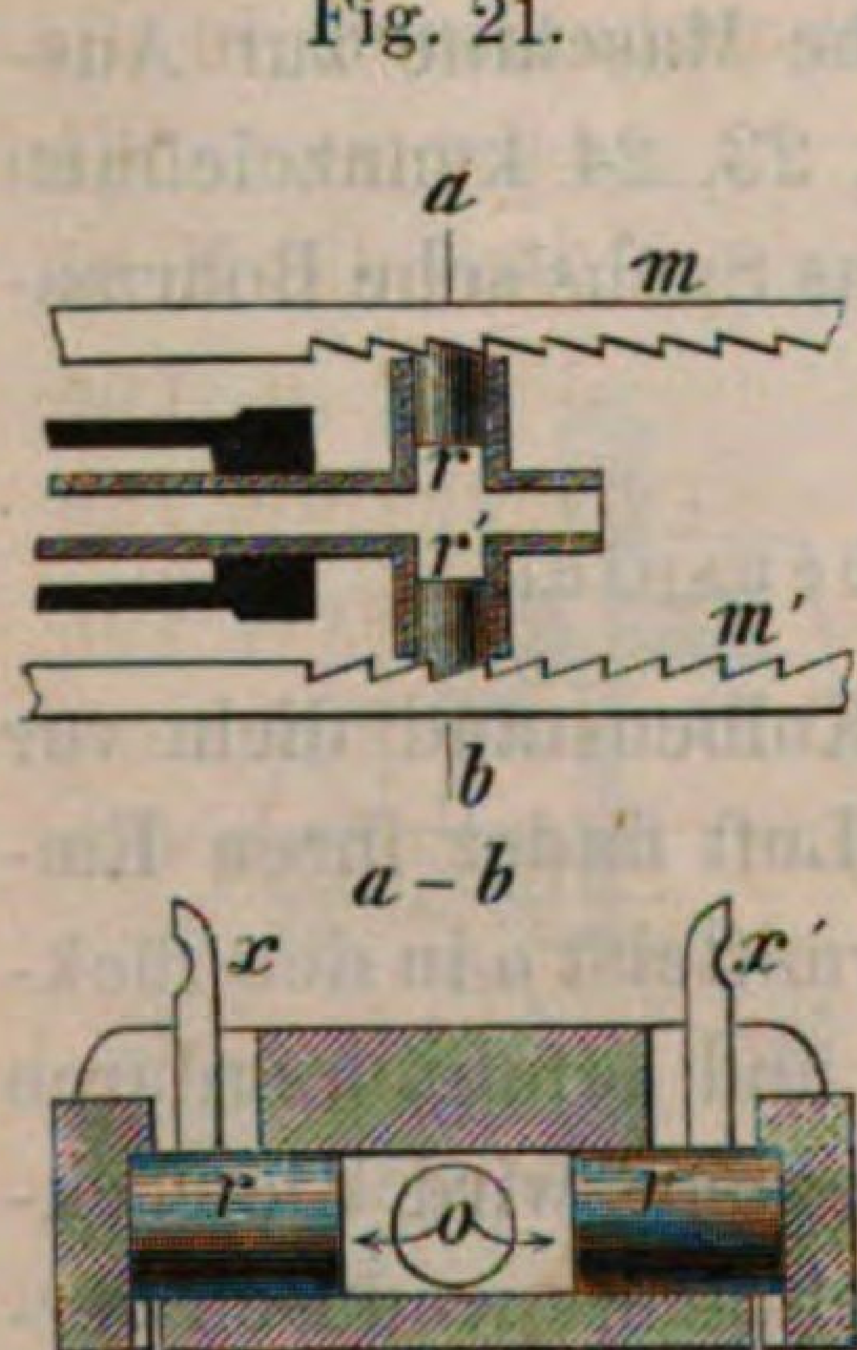
Soll nun das Vorwärtsschieben eintreten, so muss zuvor diese Versperrung ausgelöst werden, und findet dies in folgender Weise

statt: Ist der variable Hub des Arbeitskolbens *a* ausgenützt, so stösst ein an der Kolbenstange *b* aussen und vorne, vor dem Cylinderdeckel, angebrachter Ring *c* an die Klinke *i*; hierdurch wird diese, also der Hebel *g* und damit die Sperrgabel *h* gehoben. Die comprimirte Luft kann demnach jetzt den Vorschiebekolben *P* und damit den ganzen Bohrmeisselmechanismus nach vorwärts plötzlich pressen. Abgesperrt, respective beendigt wird diese Vorwärtsbewegung durch das Wiedereinschnappen der Sperrgabel *h*, indem am anderen Ende des Hebels *g* eine Auffederung wirkt, welche durch das Emporpressen eines secundären Kolbens vermittelst comprimirter Luft stattfindet. Der variable Hub des Kolbens *a* und der Vorschiebekolben *P* unterstützen sich also gegenseitig in der automatischen Vorschiebearbeit des ganzen Apparates.

Wir sehen also, dass der Bohrmeisselapparat einem stetigen Vorwärtsdrange unterliegt; er bedarf aber auch eines rückhaltenden Mechanismus in jenen Zeitmomenten, in denen der Rückstoss des Meisselschlages zur Geltung gelangt, und ist es zugleich bei dem Systeme Ferroux nöthig, dass dieser Rückhaltmechanismus auch im Sinne der Bohrarbeit mit vorwärtsschreitet. Diese maschinellen Nothwendigkeiten werden nun folgend erzielt.

Die Basis für das Festhalten ist durch eine h o r i z o n t a l e Zahnung der Leitstangen *m* (Figur 21) hergestellt.

Fig. 21.



In diese Zahnung greifen zwei horizontale Stempel *r r'* ein, dieselben werden durch comprimirte Luft, welche e b e n f a l l s durch die hohle Kolbenstange *o* herzugeführt wird, stetig in jene horizontale Zahnung der Stangen *m* eingepresst. Schreitet nun diese hohle Kolbenstange vor, so wird sie in jedem Punkte und damit der ganze Bohrmeisselmechanismus fixirt.

d) Rückgang der Bohrmaschine.

Will man den Meissel aus dem Bohrloche herausziehen, so wird durch den Hahn *v'* der Zutritt der comprimirten Luft in den Propulseur und damit

die ganze Bohrarbeit abgesperrt und die in diesen Räumen befindliche Luft zum Entweichen gebracht.

Man lässt nun durch die Hahnbewegung v'' durch das Rohr k comprimirte Luft rückwärts auf den Vorschiebekolben P wirken, wodurch die hohle Kolbenstange o und mit ihr der gesammte Bohrmeisselmechanismus seinen Rückgang erfährt.

Damit dieser Rückgang aber nicht durch die zwei Zahnstempel rr' zwischen den Leitstangen mm gehemmt wird, müssen diese Stempel, wenn auch auf sie keine comprimirte Luft mehr wirkt, dennoch eine Rückfederung erhalten; Ferroux erzielt dies durch ein Kautschukband, das um jene Hebel xx' (Figur 21) geschlungen ist, welche vertical auf den Zahnstempeln rr' angebracht sind.

Man sieht aus dieser ganzen beschreibenden Skizze, dass die automatische Maschine von Ferroux das Ergebniss eines grossen Studiums der maschinellen Bohrarbeit ist.

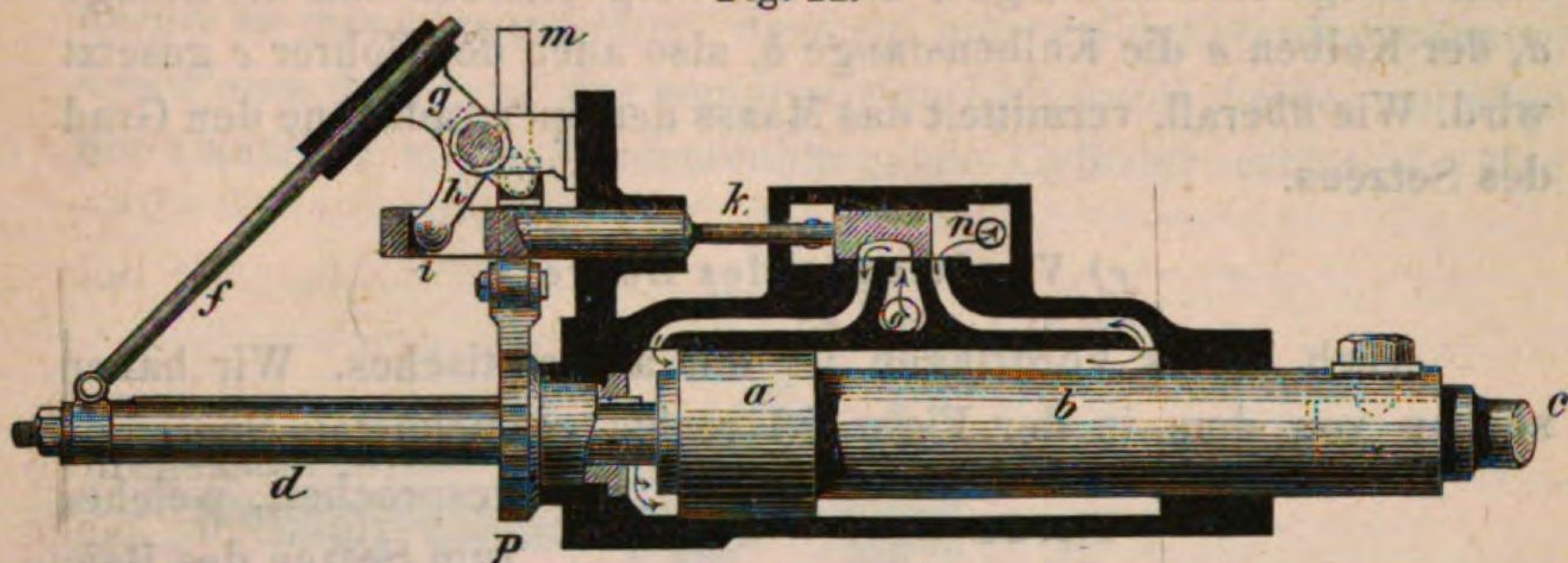
4. System Sachs.

Diese Bohrmaschine ist eine der ältesten; vollständig automatisch, zeichnet sich durch einen hohen Grad von Einfachheit aus und wird allerdings mit Beibehaltung desselben Principes in verschiedenen Detailänderungen durch die Actiengesellschaft Humboldt in Deutz gebaut, welche Firma in Bohrmaschinenarbeiten rühmlichst bekannt ist und auch die Sachs'sche Maschine zur Ausstellung brachte. Die folgenden Figuren 22, 23, 24 kennzeichnen unter Hinweglassung mannigfacher Details das Sachs'sche Bohrmaschinen princip ganz schematisch.

a) Kolbensteuerung und Kolbenspiel.

Die nebenstehende Skizze zeigt den Kolbenstand dicht vor der Zeit des Meisselstosses. Die comprimirte Luft findet ihren Eintritt durch den gezeichneten Schieberstand vermittelst o in den rückwärts des Arbeitskolbens a gelegenen Raum, und erfolgt hierdurch der Vorstoss des Bohrers. Durch diese Bewegung wird die rückwärtige Kolbenstange d ebenfalls vorwärts gebracht, wodurch vermittelst eines am rückwärtigen Ende von d angebrachten Gelenkes die Stange f eine Schiebung in einer Büchse erfährt und eine Dre-

Fig. 22.



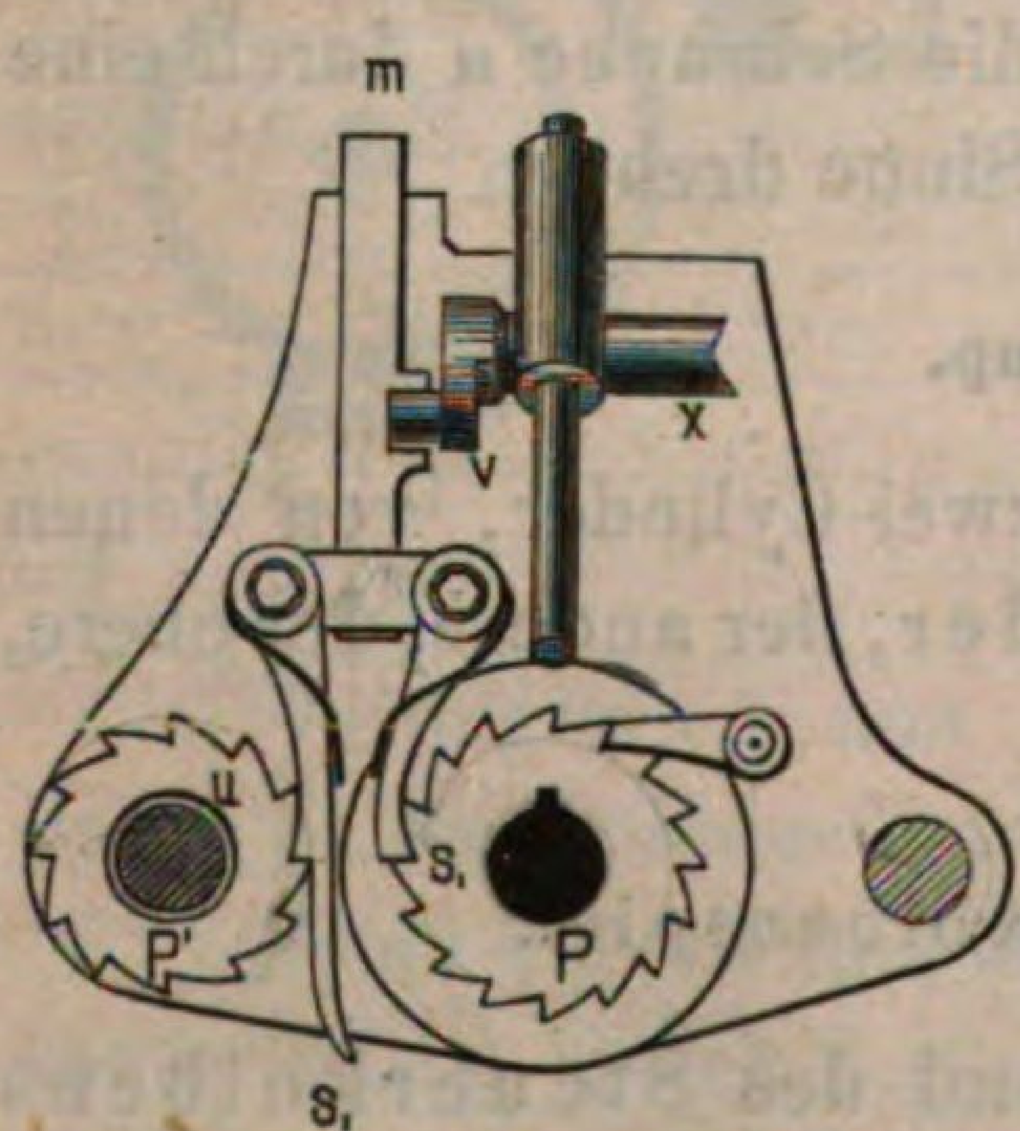
hung dieser letzteren im Sinne einer verticalen Ebene hervorgebracht wird.

Durch den zwischen den Knaggen *g* und *h* befindlichen Drehpunkt erhält nun *h* eine pendelförmige Bewegung, welche auf eine Führung *i* wirkt und dadurch den Steuerschieber vermittelst *k* ebenfalls vorwärts schiebt. Die Luft rückwärts des Kolbens *a* gelangt nun nach vollbrachtem Vorstosse des Schiebers zum Entweichen, während neue comprimirte Luft in den Raum vor den Arbeitskolben *a* gelangt, welcher, die Kolbenstange *b* umgebender Raum, bei dem vorhergegangenen Spiele durch den Ausfluss bei *n* entleert wurde.

Das Kolbenspiel bewegt also durch Drehpunkt und Hebelwerk den Steuerschieber stets in gleichem Sinne.

b) Setzen des Bohrers.

Fig. 23.



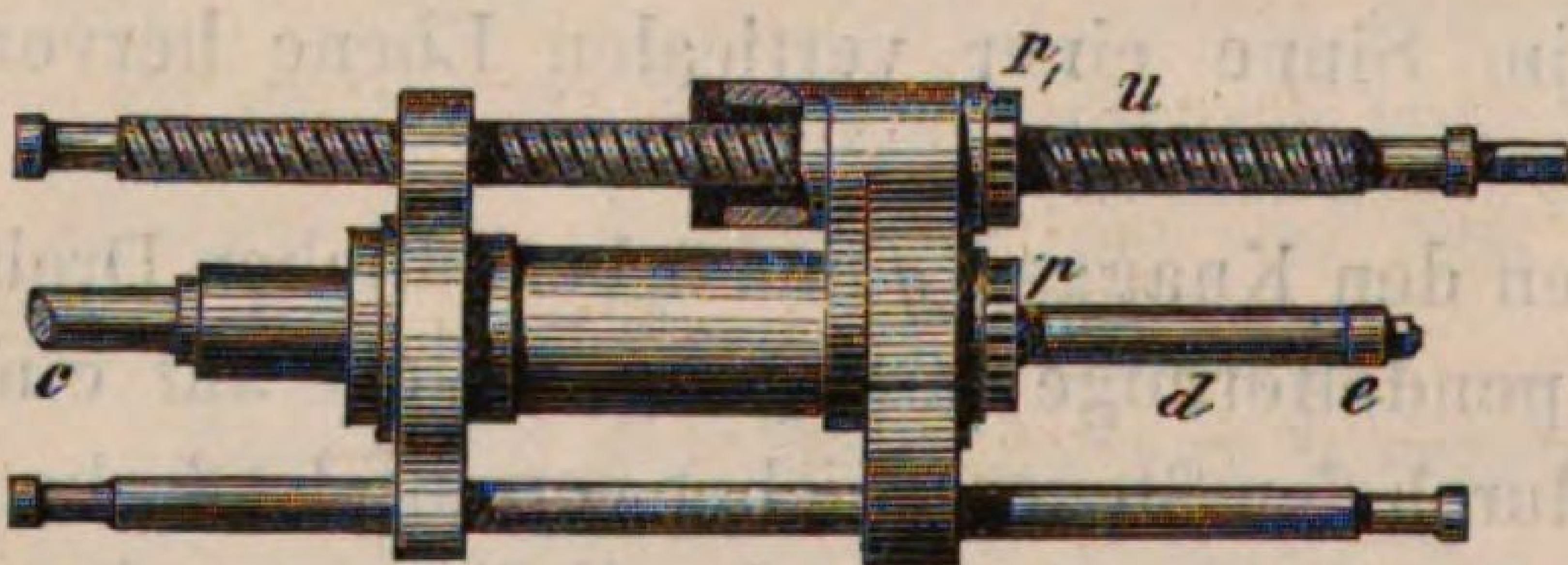
Derselbe Hebel *g*, welcher durch *d* und *f* zum Auf- und Niederschwingen gebracht wird, bewegt ausser dem Contrahebel *h* noch einen anderen Hebel, welcher, wie der Daumen eines Pochstempels, eine Stange *m* senkrecht auf- und niederschiebt. Die Figur 23 verdeutlicht dies in der Ansicht durch *x*, *v* und *m*. Der Auf- und Niedergang des Stempels *m* wirkt nun vermittelst einer Druckklinke *s'* auf das Sperrad *P*, durch welches die mit einer Feder versehene

rückwärtige Kolbenstange *d* hin- und hergeschoben und die Stange *d*, der Kolben *a* die Kolbenstange *b*, also auch der Bohrer *c* gesetzt wird. Wie überall, vermittelt das Maass der Sperrradzähne den Grad des Setzens.

c) Vordringen des Bohrers.

Auch dieses Vordringen ist ein automatisches. Wir haben soeben von dem in der Figur 23 rechts gezeichneten Sperrrade gesprochen, welches zum Setzen des Bohrers dient.

Fig. 24.



Das links des Stempels *m* gezeichnete Sperrrad *P'*, welches durch die linksseitige Druckklinke s_1 bewegt wird, besorgt nun den automatischen Vortrieb des ganzen Arbeitsapparates vermittelst einer Mutter, welche sich und den ganzen Apparat an der Schraube *u* vorwärts schiebt, wie diess der Grundriss Figur 24 näher erläutert, in welchem auch die Führungsstange des ganzen Apparates zu sehen ist.

Will man die Vorschraubung sistiren, so setzt man die linksseitige Klinke *s'* ausser Thätigkeit.

d) Rückgang der Bohrmaschine.

Derselbe wird mittelst der Hand bewerkstelliget, indem man die linksseitige Sperrklinge auslöst und die Schraube *u* durch eine angesetzte Kurbel im entgegengesetzten Sinne dreht.

5. System Osterkamp.

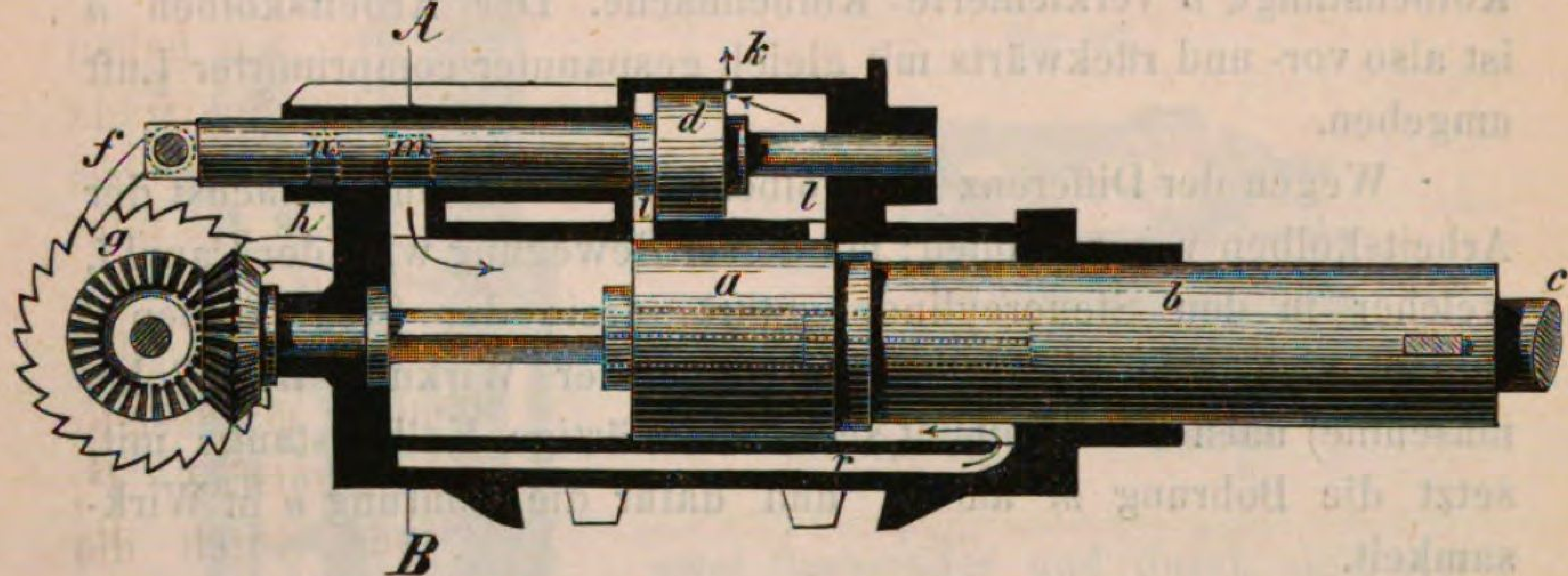
Die schematische Figur 25 zeigt zwei Cylinder, von denen der eine, der untere, der Arbeitscylinder, der andere, der obere, der Steuercylinder ist.

a) Kolbensteuerung und Kolbenspiel.

Die Bewegungen des Arbeits- und des Steuerkolbens sind durch die auf beide gemeinsam einwirkende compromirte Luft

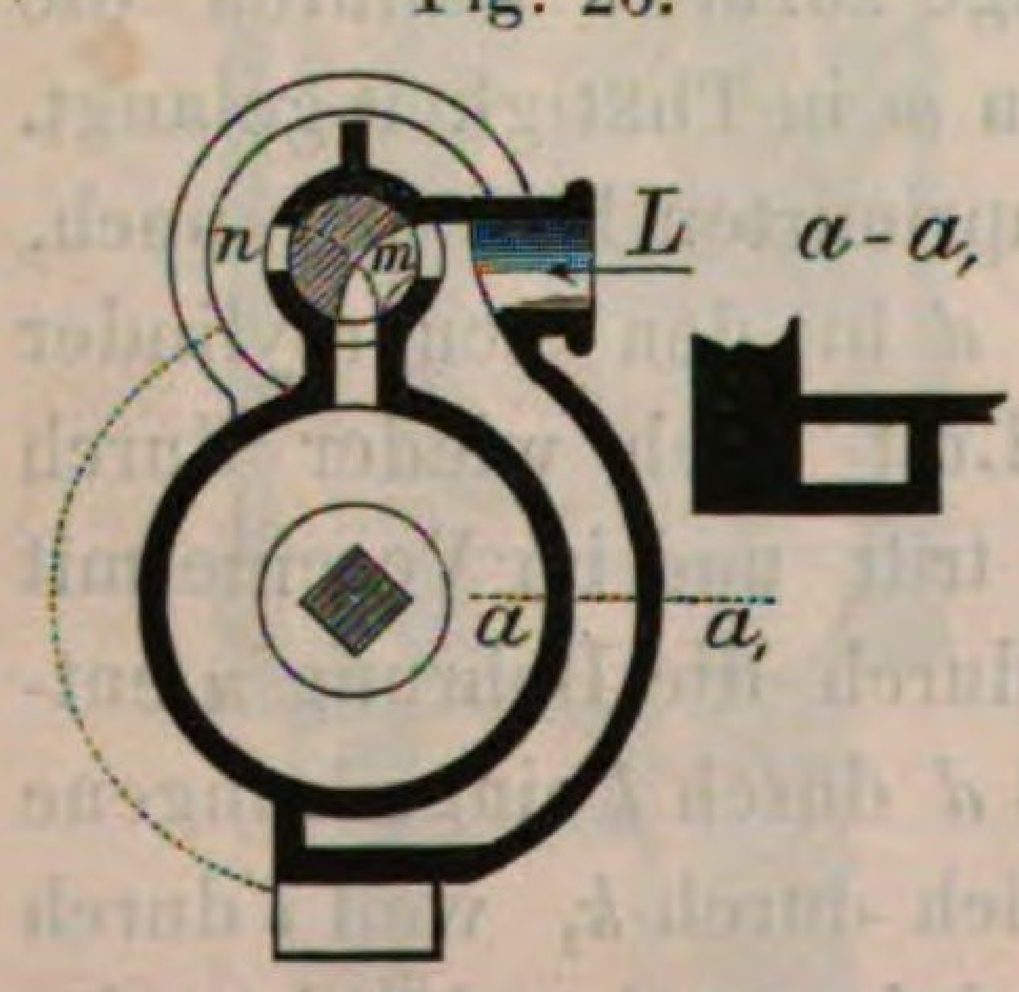
derart an einander gekettet, dass sie nur verfolgt werden können, wenn man den Gang der comprimirten Luft durch beide, vermöge der Canäle *i* und *l* zusammenhängende Cylinder erläutert. Man

Fig. 25.



kann diesen Gang der comprimirten Luft indess nicht verstehen, ohne zuvor zweier wichtiger Details zu gedenken. Dieselben bestehen in der Bohrung der rückwärtigen Stange des Schieberkolbens *d* und in der Kennzeichnung der Canäle, welche mit dieser Bohrung zusammenhängen. Figur 26 lässt diese Details in Querschnittsform erkennen. Man sieht also, dass durch die Bohrung *m* in der Kolbenstange die comprimirte Luft in den Arbeitscylinder strömen kann, während sie durch die Bohrung *n* nach vollbrachter Arbeit aus diesem Raume wieder entweicht. Weil nun die Stange des Steuerkolbens *d* hin und her geschoben wird, so gelangen die Bohrungen *m* und *n* abwechselnd zur Geltung.

Fig. 26.



A-B

Verfolgen wir nun den Weg, welchen die comprimirte Luft durch beide Cylinder macht.

Beide vorerwähnten Figuren zeigen den Canal *m* offen. Die comprimirte, durch *L* eindringende Luft theilt sich also sofort in zwei Partien; die eine dringt durch das offene *m* in den Arbeitscylinder und wirkt auf die rückwärtige Fläche des Arbeits-

kolbens *a*; die andere Partie dringt vermittelst eines im Querschnitte durch *a*—*a'* (Figur 26) gekennzeichneten Canales herab bis unter den Arbeitscylinder, nimmt dann durch einen Canal *r* (Figur 25) entlang dem Arbeitscylinder ihren Weg nach dem vorderen Ende des Arbeitscylinders und drückt auf die vordere, um die Kolbenstange *b* verkleinerte Kolbenfläche. Der Arbeitskolben *a* ist also vor- und rückwärts mit gleich gespannter comprimirter Luft umgeben.

· Wegen der Differenz der Kolbenflächen wird nun zunächst der Arbeitskolben vorgeschoben; mit dieser Bewegung wird der Canal *i*, welcher in den Steuercylinder führt, frei; der Steuerkolben *d* schiebt sich also ebenfalls (im Sinne der Wirkung der Bohrmaschine) nach vorne, nimmt seine rückwärtige Kolbenstange mit, setzt die Bohrung *m* ausser und dafür die Bohrung *n* in Wirksamkeit.

Hiermit entweicht also die comprimirte Luft durch *n*, nachdem sie ihre Wirkung durch den Vorschub des Arbeitskolbens vollzogen hat. Es gelangt nun die oben beschriebene andere Partie der comprimirten Luft zur Geltung; der Arbeitskolben *a* läuft zurück, öffnet dabei den Canal *l*; die comprimirte Luft tritt nun in das vordere Ende des Steuercylinders ein, schiebt den Steuerkolben *d* und damit auch seine rückwärtige Kolbenstange zurück, wodurch die Bohrung *n* wieder ausser, dagegen die von *m* in Thätigkeit gelangt. Wir bemerken zu diesem Gange der comprimirten Luft nur noch, dass die rückwärts des Steuerkolbens *d* in den Steuercylinder in den Canal *i* eingetretene comprimirte Luft auch wieder durch denselben zurück in den Arbeitscylinder tritt und im Vereine mit der hier befindlichen comprimirten Luft durch die Bohrung *n* entweicht; die vorwärts des Steuerkolbens *d* durch *l* eingedrungene comprimirte Luft entweicht aber schliesslich durch *k*, weil *l* durch den vordringenden Kolben *a* abgesperrt wird, um den durch *r* eingedrungenen Luftdruck auf die vordere Kolbenfläche *a* aufrecht erhalten zu können.

Man sieht auch, dass bei der Osterkamp'schen Maschine das ganze Arbeitsspiel vollständig abhängig ist von der präcisen Oeffnung und Schliessung der Canäle *i* und *l* durch den Kolben *a* und dass die Variabilität des Hubes eng begrenzt ist.

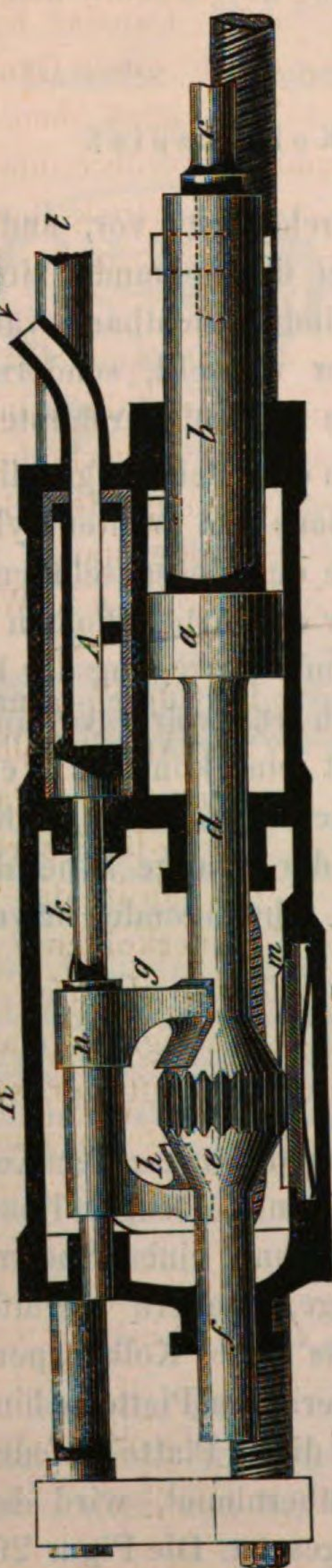
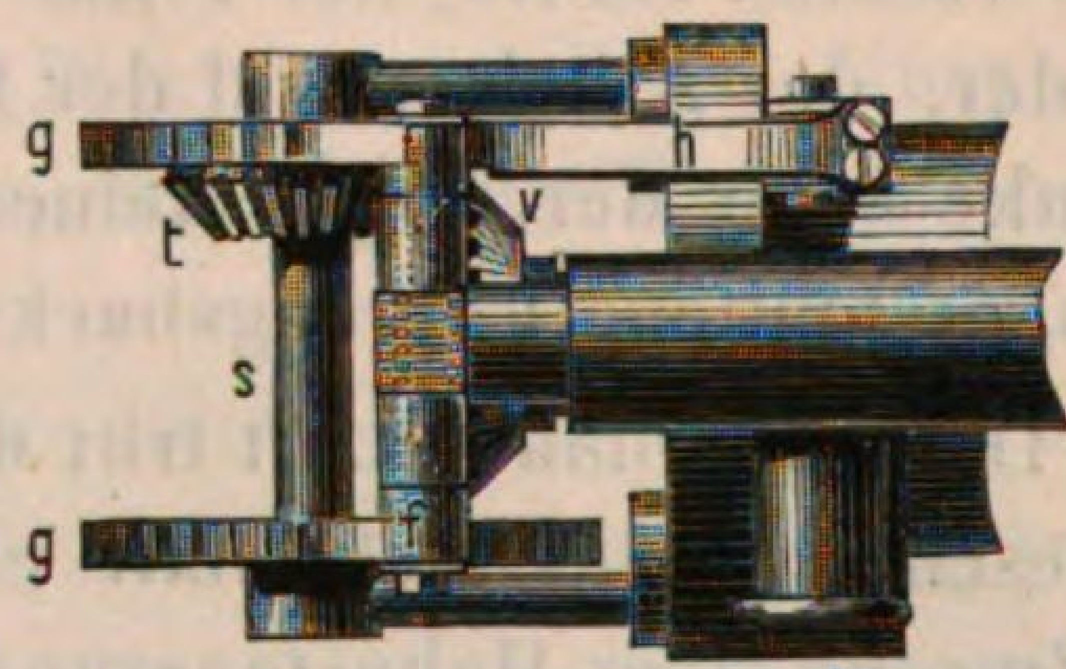


Fig. 28.

b) Setzen des Bohrers.

Das Setzen des Bohrers erfolgt bei der Osterkamp'schen Bohrmaschine durch ein Paar konischer Räder, durch

Fig. 27.



zwei Sperrräder und durch eine viereckige Stange.

In dem Masse, als die Schieberstange sich bewegt, werden durch die Druckklinken *f* (Figuren 25 und 27) zwei durch die Sperrklinke *h* fixirte Sperrräder g_1 *g* und damit die Kegelräder bewegt, welche eine viereckige Stange ruckweise drehen, die wiederum in den Arbeitskolben *a* eingreift und dadurch diesen, respective den Bohrer *c* setzt.

c) Vordringen und Rückgang der Bohrmaschine.

Beide diese Bewegungen erfolgen durch Kurbel und Schrauben vermittelst Handbewegung.

6. System Mac-Kean.

Die Mac-Kean'sche Bohrmaschine ist eine vollständig automatische und weicht in ihrem Constructionsprincipe sehr wesentlich von den bis jetzt beschriebenen Maschinen

ab; die drei Zeichnungen Figuren 28, 29 und 30 verdeutlichen diese Bohrmaschine schematisch.

a) Kolbensteuerung und Kolbenspiel.

Die Figur 28 stellt einen Generaldurchschnitt vor, und sind in der rechten Hälfte der Figur die zwei über einander situirten Cylinder, der Arbeits- und der Steuercylinder, sichtbar, während die linke Seite der Figur keinen Cylinder vorstellt, sondern nur durchgeschnittene Führungsbacken für die Zapfenlager darstellt.

Die comprimirte Luft tritt durch *L* in den Steuerungscylinder; in diesem bewegt sich statt eines Kolbens ein zweiter Cylinder zum Zwecke einer Hahnsteuerung, welche den abwechselnden Eintritt der comprimirten Luft vor und hinter den Arbeitskolben *a* gestattet. Die hiermit erkenntliche oscillirende Bewegung der Hahnsteuerung wird folgend erzielt: Die nach rückwärts verlängerte Kolbenstange *d f* des Arbeitskolbens hat eine konische Verstärkung *e*; wird diese Stange, respective diese Verstärkung hin- und hergeschoben, so bewegt sie zwei an der Stange *k* herniederhängende Pendel *g* und *h*, welche diese schwingende Bewegung der Hahnsteuerung zumitteln.

b) Setzen des Bohrers.

Die soeben erwähnte konische Verstärkung *e* der Kolbenstange *f d* vereint sich in einem gezahnten Kolben, und besitzen diese Zähne einen Querschnitt, wie die Zähne eines Sperrrades; auch sind sie nicht axial der Kolbenstange, sondern spiralförmig um diese Achse gestellt. Dadurch nun, dass dieses Kolbensperrad *e* auf einer ebenfalls entsprechend schief gerieften Platte *m* hin- und hergeschoben wird, und dadurch, dass diese Platte gefedert ist, sie also die Function von Sperrklinken übernimmt, wird der gezahnte Kolben *e*, also auch der Bohrer *c* gesetzt. Die Figur 29 verdeutlicht ausser anderen Functionen der Maschine auch jene dieser Setzung, welche sich nur durch mehrfache Querschnitte näher verdeutlichen lassen würde.

c) Vordringen des Bohrers.

Dasselbe ist ebenfalls automatisch und wird durch den Pendelgang von *h* vermittelt. Es zeigen nämlich die Figuren 28 und 29, wie *h* durch den Knotenpunkt *i* eine Hin- und Herbewegung des Ringes *u* herbeiführt. Dieser Ring ist in Form einer Krone gezahnt, wie dies die Figur 30 verdeutlicht.

Fig. 29.

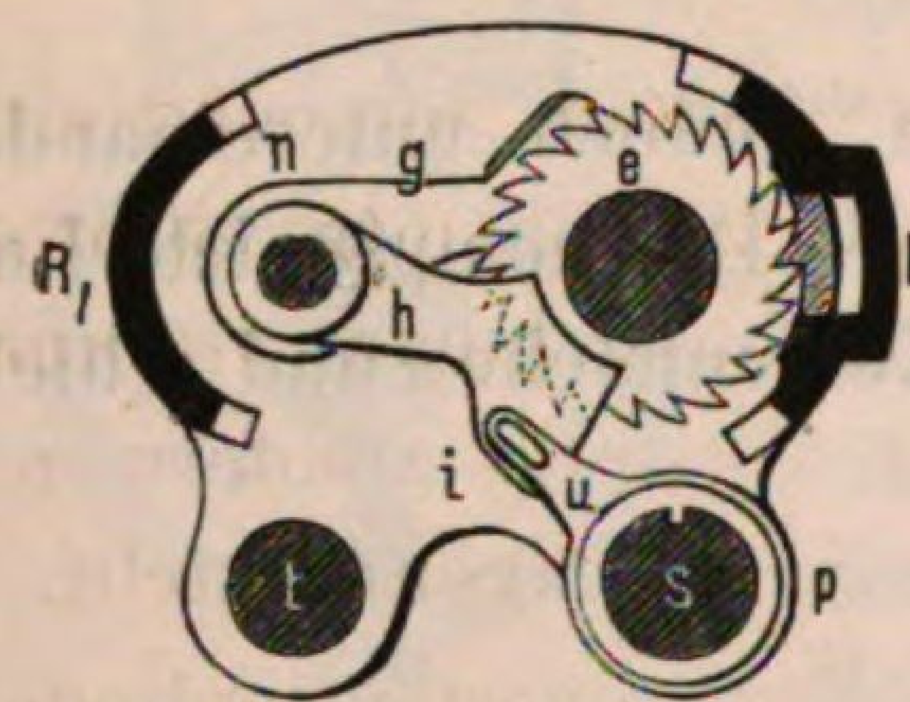
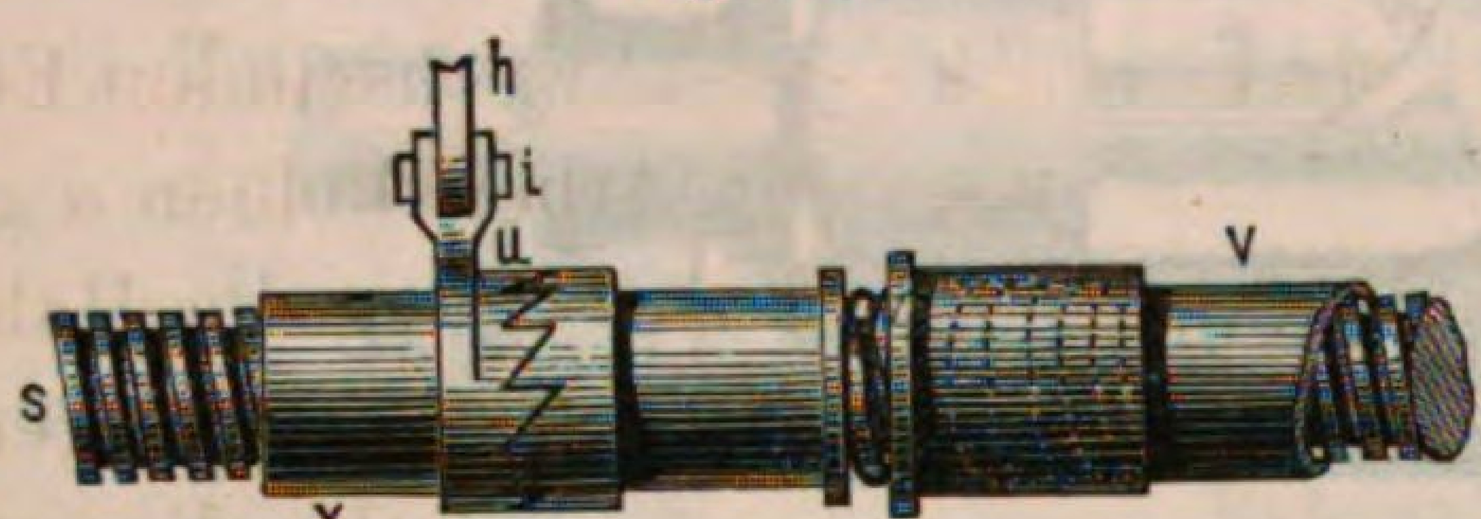


Fig. 0.3



Um nun diese, auf die gezahnte Krone einwirkende Pendelbewegung nutzbar auf eine Schraubenmutter übertragen zu können, vermittelst welcher Schraubenmutter sich der ganze Apparat auf der Schraubenspindel *s* vorwärtsbewegt, hat diese (die Mutter) eine gewisse Armatur, welche die Function eines Sperrkegels vertritt. Diese Armatur besteht nun darin, dass ein correspondirend gezahnter Cylinder stetig durch Federkraft an den erstgenannten gezahnten Cylinder *u* angepresst wird; weil nun dieser gefederte Gegencylinder mit der Schraubenmutter durch Nuth und Feder verbunden ist, so erfolgt nach jedem Zurückschnappen um eine Zahnhöhe jeweilig ein gewisses Drehen der Mutter, also ein gewisses Vorschrauben des Apparates, weil ja die Schraubenspindel unbewegt bleibt.

d) Rückgang der Bohrmaschine.

Derselbe erfolgt durch Handbetrieb, indem die Schraubenspindel durch eine Kurbel derart gedreht wird, dass sich die Vorschiebemutter und mit ihr die ganze Bohrmaschine zurückbewegt.

7. System Braydon, Davidson & Warrington.

(Power-Jumper oder Kraftsprenger.)

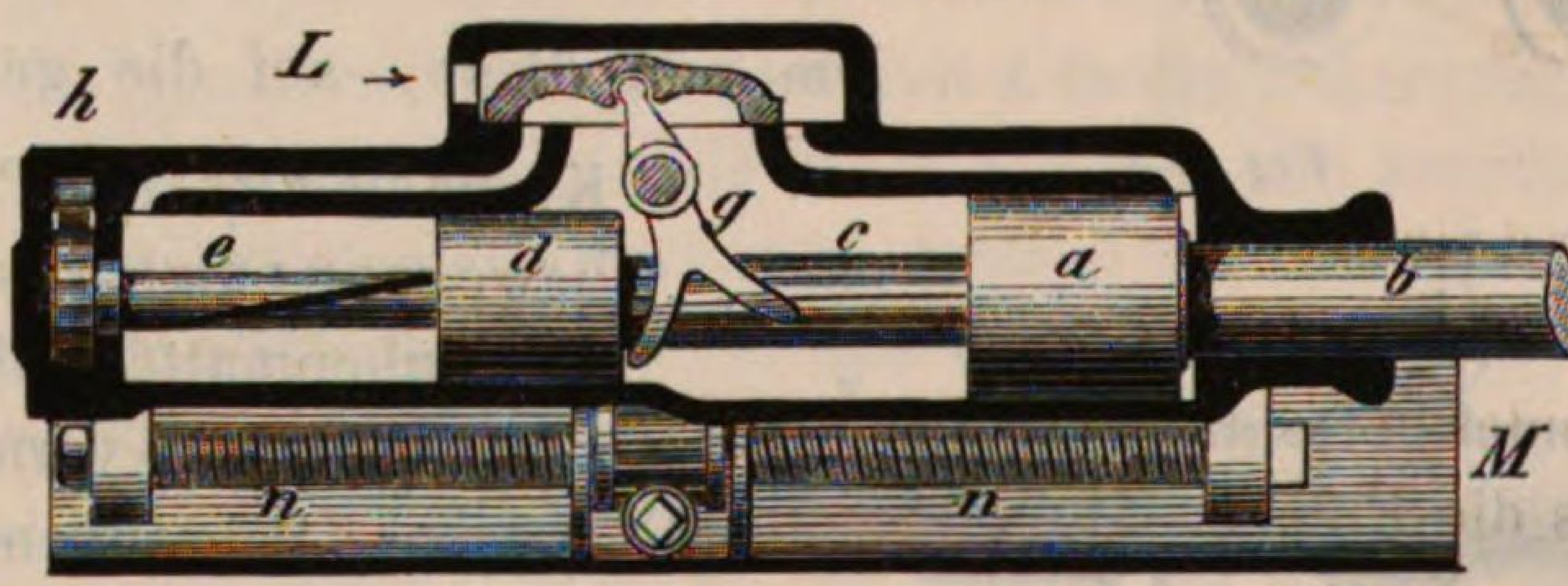
Diese Maschine ist keine vollständig automatische, indem das Vordringen und Rückwärtsschieben durch Handarbeit besorgt

wird. Die Anfertigung der Maschine erfolgt durch die Actiengesellschaft Whitlei Partners in London, welche auch die Ausstellung mit dieser Maschine beschickt hatte.

a) Kolbensteuerung und Kolbenspiel.

Die Maschine hat zwei gesonderte, jedoch untereinander durch *c* verbundene Arbeitscylinder *a* und *d*. Die comprimirte Luft dringt durch *L* ein, gelangt an die vordere Kolbenfläche *a* und schiebt

Fig. 31.



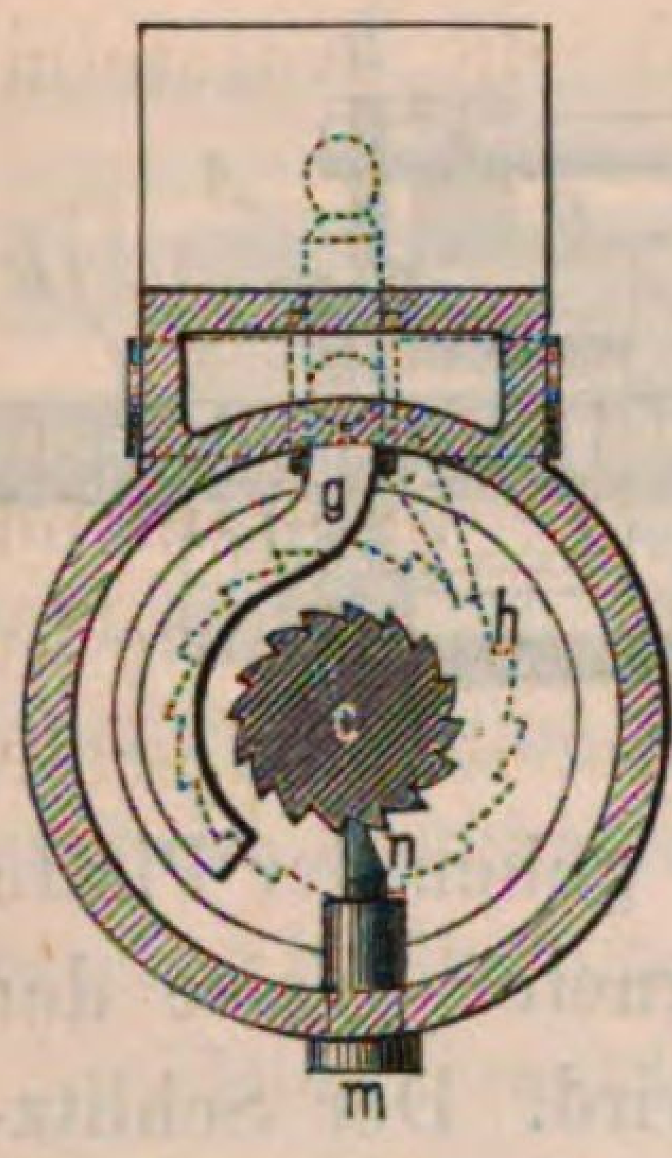
beide Kolben, sowie ihr Verbindungsstück *c*, also auch den Bohrer zurück; bei diesem Rückgange stösst der Kolben *a* an den um *g* drehbaren Pendelhebel (vergleiche Figur 31), der nun den Steuerschieber bewegt und der comprimirten Luft die Einwirkung auf das rückwärtige Ende des Kolbens *d* gestattet, wodurch das Gegenspiel vor sich geht. In den Raum zwischen den beiden Arbeitscylindern *a* und *d* gelangt also nur die entweichende comprimirte Luft, indem sie aus diesem Raume ins Freie gelangt.

b) Setzen des Bohrers.

Dasselbe wird durch eine schraubengangförmige Riefung in der Stange *e* besorgt, welche Stange mit dem Sperrrade *h* verbunden ist. Der Kolben *d* ist ganz und die Verbindungsstange *c* zu einem Theile ihrer Länge hohl, damit *c* und *d* bei ihrem Rückgange sich auf *e* schieben können. Der Kolben *d* enthält in seiner Höhlung eine Feder, welche in die Riefe der Nuthe von *e* eingreift. Ist nun das Sperrrad *h* festgehalten, so muss sich der Bohrer während seines Rückganges um das Maass des Trilles setzen.

Das Festhalten dieses Sperrrades *h* (in Figur 32) erfolgt durch eine Sperrklinke. Damit nun beim Vorstosse des Meissels

Fig. 32.



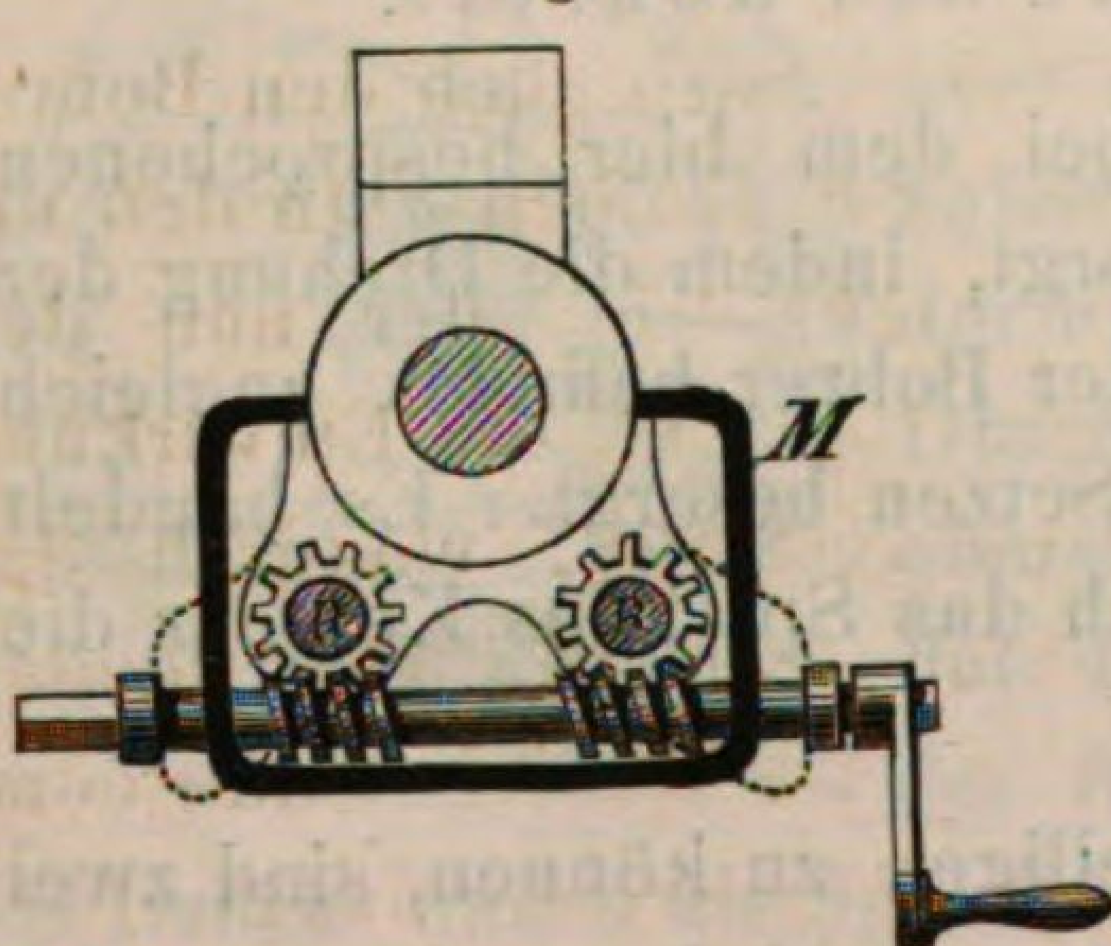
kein Rücksetzen stattfindet, ist das Verbindungsstück *c* zwischen den beiden Kolben axial gezahnt; an einem geeigneten Punkte entlang der Bewegungslinie von c ist nun eine federnde Sperrklinke *mn* zu diesem Zwecke angebracht.

Und weil nun dadurch *c* sich beim Vorstosse des Bohrers nicht drehen kann, so leistet die getrillte Riefe auf *e* den Gegendienst, indem sie nunmehr das Sperrrad *h* dreht und damit ein neues Maass des Setzens für den nächsten Rückgang des Bohrers erzeugt.

c) Vordringen des Bohrers und Rückbewegung der Bohrmaschine.

Beides erfolgt durch Handkurbel und Schrauben ohne Ende, wie dies die Figuren 31 und 33 genügend verdeutlichen. Die festen Schraubenspindeln *nn*, an denen sich der ganze Apparat vor und rückwärts bewegt, sind an den Mantel *M* gelagert, wodurch der ganze Apparat wesentlich vor Grubenstaub geschützt erscheint.

Fig. 33.



Der Hauptzweck dieses Mantels ist indess die Befestigung der Maschine am Gestelle.

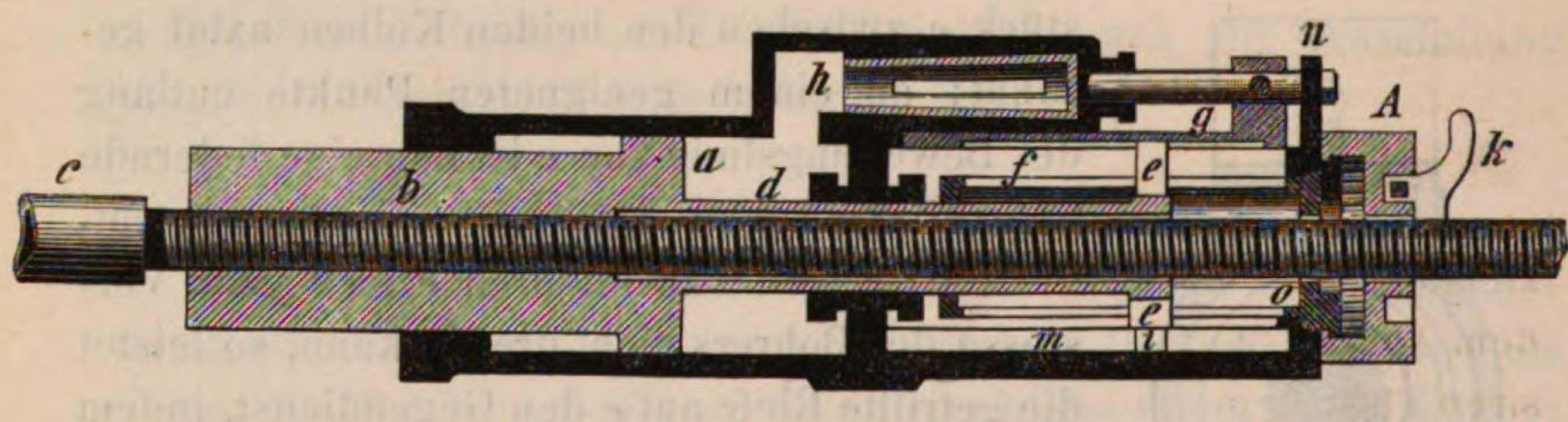
8. System Azzolino dell' Acqua.

Diese Maschine arbeitet vollständig automatisch und ist in keinem Principe den früheren Maschinen gleich; auch ist man schon im Voraus versucht, sie als sehr sinnreich construirt zu bezeichnen.

a) Steuerung und Kolbenspiel.

Die Steuerung erfolgt als Hahnsteuerung, und wird die Oscillation folgend hervorgebracht: An dem Arbeitskolben *b* der Maschine (Figur 34) befindet sich rückwärts eine hohle Kolbenstange *d*, welche an ihrem Ende einen nach oben gerichteten Stift *e* trägt; dieser Stift greift in Schlitze, welche sich in der Platte *g*

Fig. 34.



befinden; die Form und der Gang dieser Schlitze geben der Platte *g* eine oscillirende Bewegung, welche in geeigneter Weise der Hahnsteuerung mitgetheilt wird. Der Schlitzgang in der Platte *g* ist durch Figur 35 verdeutlicht. Vermöge der Hahnsteuerung dringt nun die comprimirte Luft abwechselnd vor und hinter den Kolben *a*, respective zu Tage.

Fig. 35.



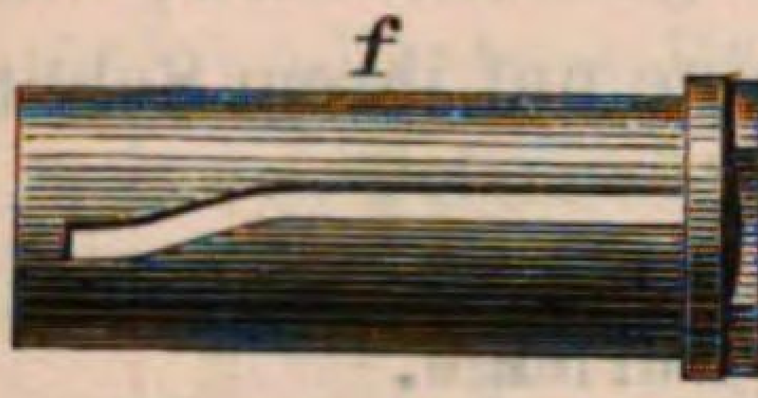
b) Setzen und Vordringen des Bohrers.

Beide Manipulationen werden bei dem hier besprochenen Maschinensysteme mit einemmale besorgt, indem die Drehung der Schraubenspindel *s*, an welcher sich der Bohrer befindet, zugleich das Vordringen des Bohrers und das Setzen besorgt. Es handelt sich also darum, dieser Schraube durch das Spiel des Kolbens die Drehung zu verschaffen.

Um diese Drehung nun bewerkstelligen zu können, sind zwei Dinge nöthig, einmal eine fixirte Mutter, und das anderemal die Einwirkung der Drehkraft durch das Kolbenspiel auf die Spindel.

Die Schraubenmutter, welche hier durch die massige Kolbenstange *b* gebildet wird, wird dadurch fixirt, dass die rückwärtige hohle Kolbenstange *d* an ihrem Ende einen Stift *i* herabhängen hat, der in eine der Schraubenspindel axiale Rinne eingreift, welche sich in dem Mantel *m* befindet. Die Drehung der Spindel wird nun folgend erzielt: Ueber die rückwärtige hohle Kolbenstange *d* ist tubusartig eine zweite Röhre *fo* (Figur 34) geschoben; diese Röhre enthält oben und unten einen Schlitz, wie solcher in der Figur 36 gezeichnet ist. Diesen oberen Schlitz passirt der schon früher bezeichnete Stift *e*, welcher im Vereine mit dem unteren

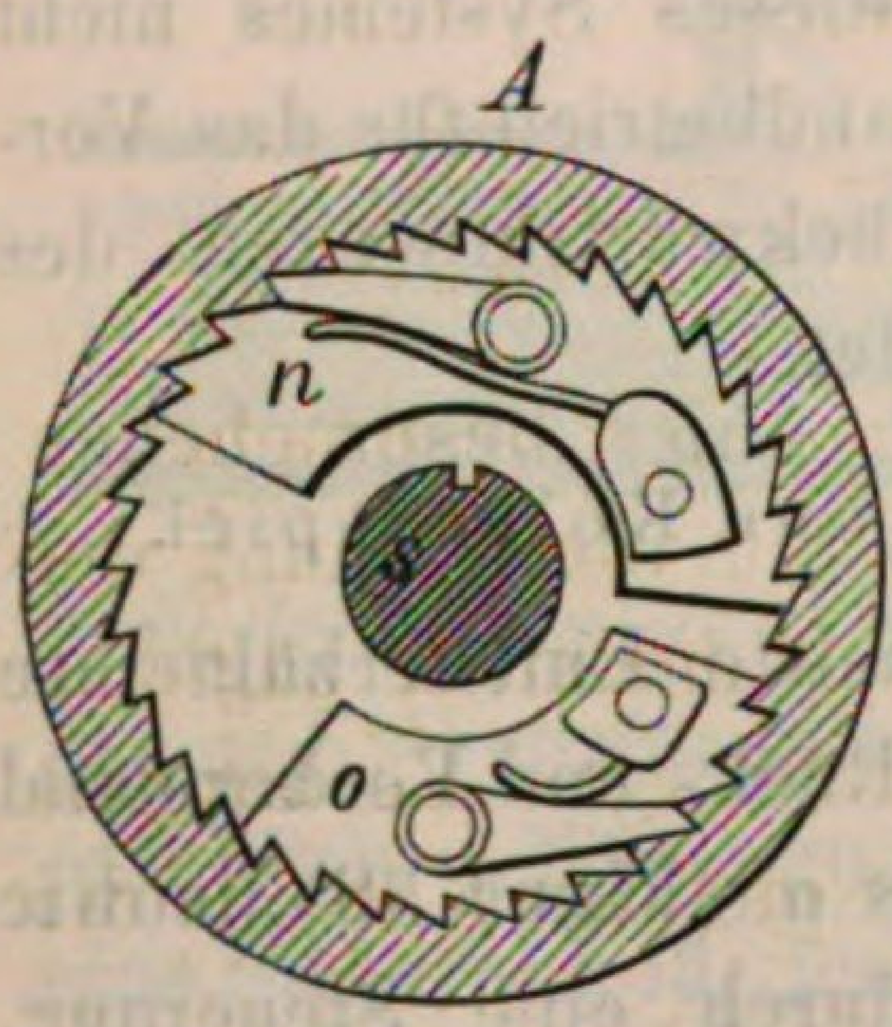
Fig. 36.



Stifte *e* die Oscillation der Tubusröhre *fo* (Figur 34) oder *f* (Figur 36) besorgt. Damit ist das Spiel geschaffen, welches mit einem Sperrrade in Verbindung gebracht, die Schraube drehen muss. Dies erfolgt nun in der Art, dass auf dem Deckel der Röhre *f*, welcher aus dem Apparate herausragt und die dem Meisselschlage entsprechend spielende Schraubenspindel passiren lässt, eine Druckklinke bei *o* (Figur 34) angebracht ist, und ist diese Druckklinke (wie sorgfältig beobachtet werden muss) auch durch *o* in der nächsten Figur 37 dargestellt.

Die Druckklinke *o*, welche also in Verbindung mit der Tubularröhre *f* steht, bringt nun den i n n e n gezahnten Ring *A*, also die besondere Form eines Sperrrades (vergleiche Figuren 34 und 37) successive zur Rotation. Dieses von der Oscillation der Tubularröhre *f* abhängige Rotationsmaass wird nun durch eine Sperrklinke *n* (Figur 37) jeweilig fixirt, welche Klinke *n* aber an einem festen Punkte der Maschine befestigt sein muss; dieser feste Punkt ist in der Figur 34 durch jenen schwarz gehaltenen Durchschnitt gekennzeichnet, an dessen oberstem Punkte sich der Buchstabe *n* befindet. In der Figur 37 erscheint also (im Sinne der früher beschriebenen Bohrmaschine) *o* als Druck- und *n* als Sperrklinke. Die Uebertragung der Rotationsbewegung des Sperrrades *A* auf die Schraube *s* erfolgt einfach durch die Klinke *k* (Figur 34), die in eine Nuth der Schraube *s* eingreift, also das s t o s s e n d e S p i e l der Schraube gestattet, w ä h r e n d die Schraube gedreht wird.

Fig. 37.



Wir sehen also, dass dieselbe Schraube, welche das Vordringen der Maschine besorgt, auch zum Setzen des Bohrers benützt wird, und da das Drehen der Schraube ruckweise erfolgt, so kennzeichnet sie auch die Intervalle des Setzens.

c) R ü c k g a n g d e r B o h r m a s c h i n e.

Derselbe wird durch eine mit der Hand zu drehende Kurbel bewerkstelliget, mit welcher die Schraube nach Auslösung der

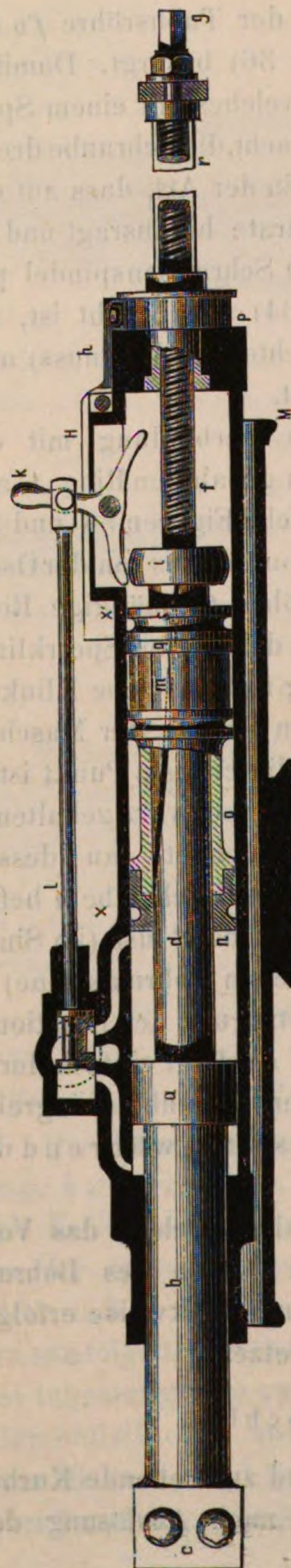


Fig. 38.

Knagge *k* rückwärts gedreht wird, wodurch sich die Maschine auf ihrem Schlitten zurückbewegt.

9. System Burleigh.

Diese Maschine erschien bereits in ihrer ersten Gestalt im Jahre 1869; es gebührt desshalb jenen Anordnungen die Priorität, welche bei späteren Maschinensystemen gleichfalls angewendet wurden. In Oesterreich besorgt die Firma Mahler & Eschenbacher den Vertrieb dieser Maschine. Das System Burleigh ist ein vollständig automatisches; indess wird bei Einzelmaschinen dieses Systemes nicht selten auch der Handbetrieb für das Vorschieben und Rückwärtsbewegen des Bohrers angewendet.

a) Steuerung und Kolbenspiel.

Die comprimirte Luft erhält ihre Zuleitung auf die Rück- und Vorderwand des Arbeitskolbens *a* (Figur 38), sowie ihr Ausströmen durch eine Steuerung, welche in Vermittelung der Schieberstange *l* durch den Pendelhebel *k* bewegt wird, weil dieser durch den Ring *i* vermöge des Kolbenspieles seine schwingende Bewegung erfährt.

b) Setzen des Bohrers.

Die Kolbenstange *b* trägt den Bohrer, welcher mit den Schrauben *c* festgeklemmt wird; die rückwärtige Kolbenstange *d* vermittelt das Setzen des Bohrers. Sie enthält nämlich eine schraubenförmig gewundene Riefe, in welche die Nuthe eines Sperrrades *m* eingreift.

Ist dieses Rad festgeklemmt, so muss sich also der Bohrer während seines Rückweges setzen. Die Festklemmung des Sperrrades *m* geschieht durch die Sperrklinke *t* (Figur 39). Damit nun bei dem neuen Vorstosse des Bohrers ein neues Maass des Setzens gewonnen werde, muss nun die Riefe dazu dienen, um das Sperrrad *m* ein Stück zu drehen. Um dieses überhaupt bewerkstelligen zu können, muss nunmehr für eine axiale Führung der Kolbenstange *d* gesorgt werden. Dieses geschieht, indem rückwärts des Sperrrades *m* ein Bremsrad *qs* angebracht wird, welches mit der Kolbenstange *d* durch axiale Nuth *u* (Figur 40) und Feder verbunden ist.

Fig. 39.

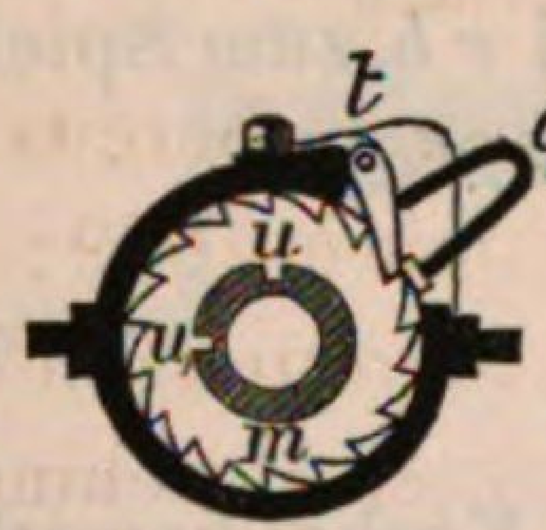
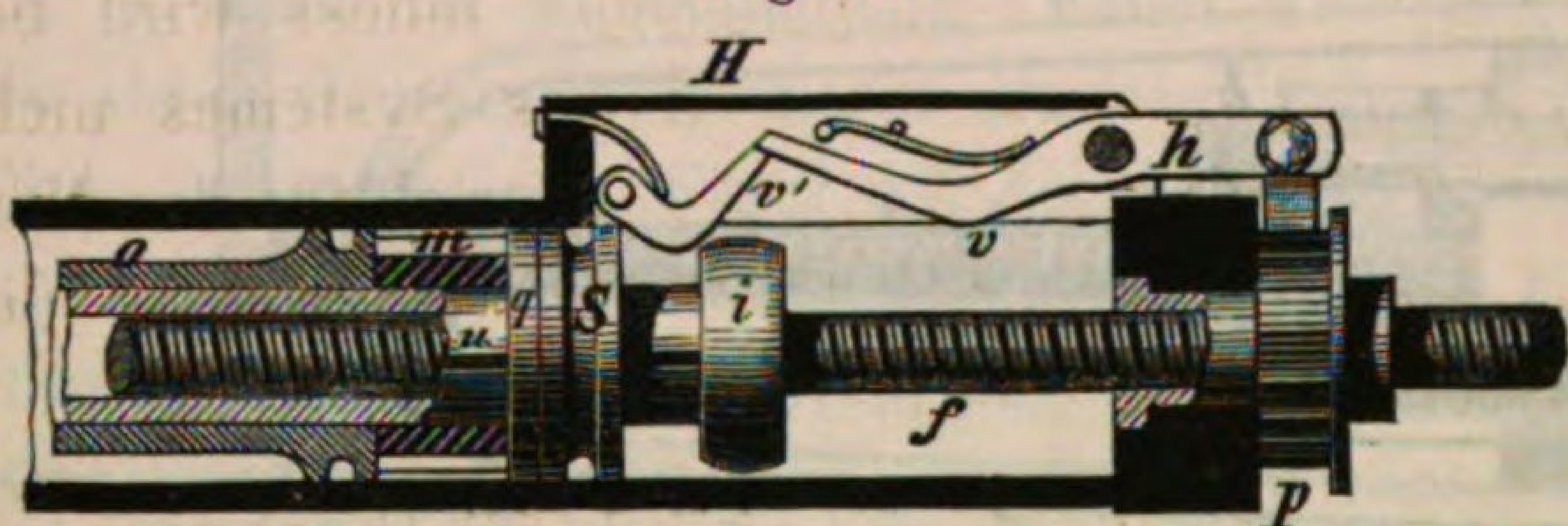


Fig. 40.



Während des Vorstosses des Bohrers gelangt nun die Bremsung *q'* (Figur 39) auf dieses Rad *qs*, also die Festhaltung desselben zur Geltung, obschon die Reibung des Kolbens und seiner Kolbenstange meist allein hinreicht, die axiale Führung dieser erheblichen Masse zu vollziehen. Die Bremsung von *qs* ist also nur eine Sicherung für jene Fälle, wo die Reibung der spielenden Masse kleiner ist, als die Kraft, welche das Sperrrad *m* zur Drehung zu bringen hat.

c) Vordringen des Bohrers.

Dasselbe erfolgt, sofern es automatisch ist, durch die nachstehend beschriebene Einrichtung:

In einem Gehäuse *H* (Figur 40), welches seitwärts desjenigen liegt, in dem der Steuerpendel *k* spielt, ist ein gefedertes Hebelwerk *vv'h* angebracht. Es handelt sich nunmehr darum, dieses Hebelwerk, welches durch den Auf- und Niedergang von *h* das Sperrrad *p* bewegt und dadurch die Drehung einer mit diesem Sperrrade verbundenen Mutter, also das Vorschrauben des ganzen Apparates bewerkstelliget, — erst dann zum Spielen zu bringen, bis der variable Kolbenhub beendiget ist, weil während der Variabilität des Hubes

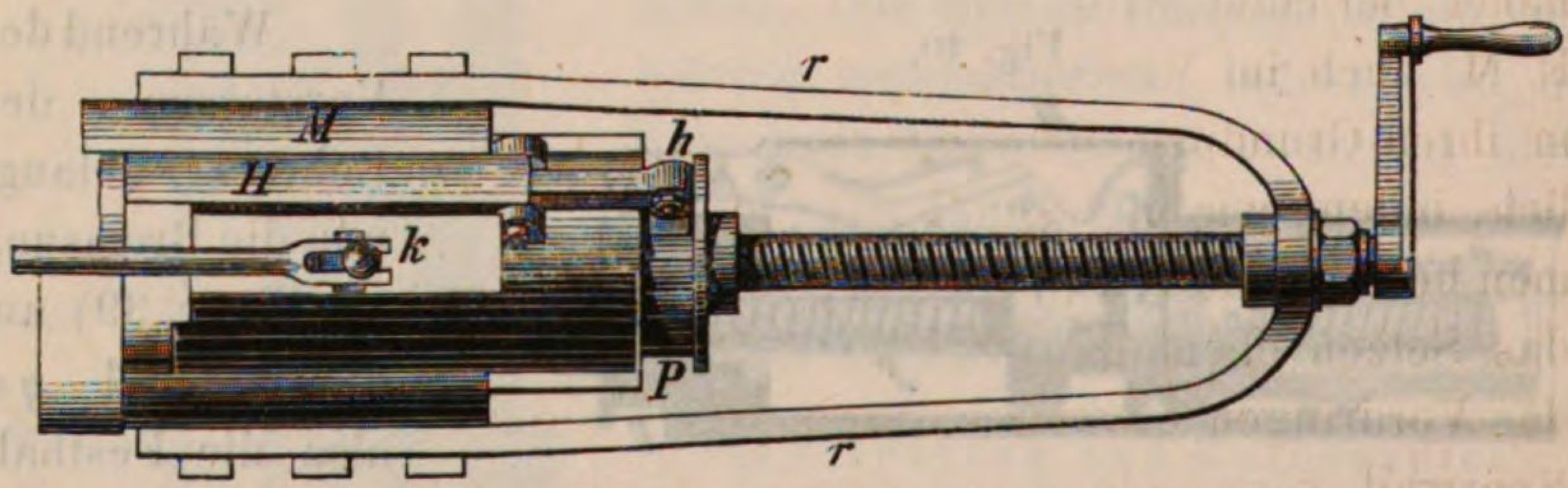
das Vorwärtsdrehen des Mechanismus nicht nöthig ist, respective von Schaden sein kann.

Der Spieleintritt des Hebelwerkes wird nun dadurch bewerkstelligt, dass der Ringknopf *i*, am Ende des variablen Hubes angelangt, auf die Klinge *v'* wirkt, wodurch der Hebel *v h* zum Spiele, also zu seiner Einwirkung auf das Sperrrad *p* gelangt.

d) Rückgang der Bohrmaschine.

Derselbe wird vermittelst der Hand durch eine Kurbel bewerkstelligt, wie solche in der Figur 41 kenntlich gemacht ist; man

Fig. 41.



ersieht zugleich aus dieser Figur die Lagerung der Steuerstange und des Steuerpendels *k*, sowie den Deckel des Hebelgehäuses *H*, wie auch den Hebel *h* und das Sperrrad *p*.

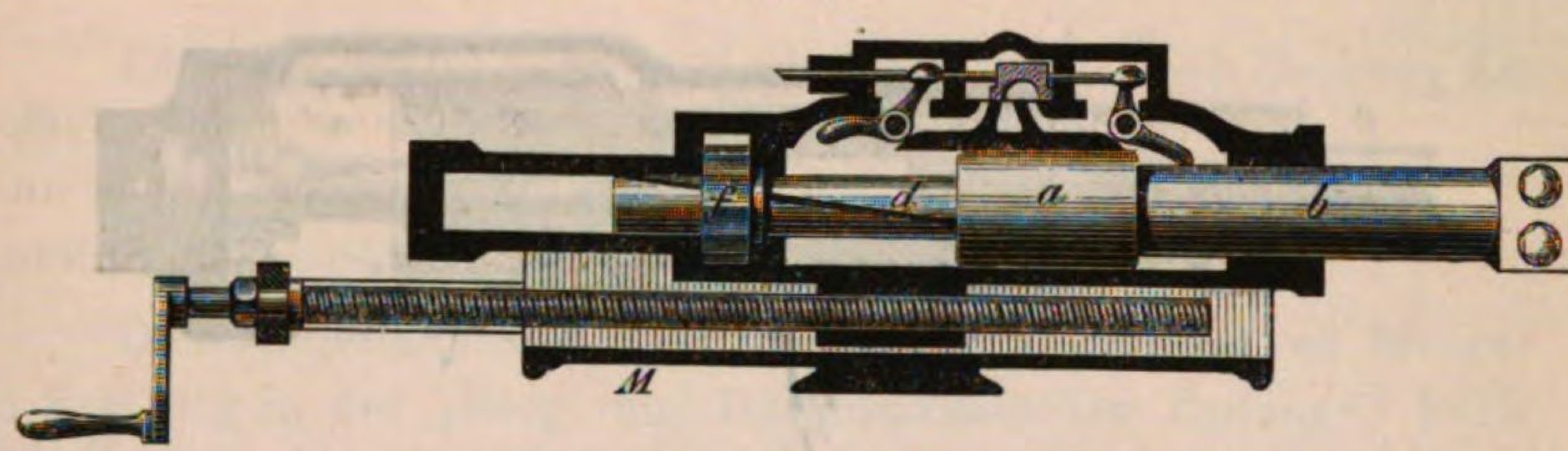
Auch stellt diese Figur die theilweise Ansicht des Mantels *M* vor, in dem der ganze Apparat gleitet, wie dies auch näher aus Figur 38, 39 zu ersehen ist.

Bemerkt muss noch werden, dass die Centralschraube *f* theilweise in den hohlen Kolbenstangen und dem Kolben *d*, *a*, *b* lose untergebracht ist.

e) Burleigh'sche Maschine mit ausschliesslichem Handbetriebe.

Die Burleigh'sche Maschine wird für verschiedene Zwecke separirt construirt und öfters nur ausschliesslicher Handbetrieb für das Vor- und Rückwärtsschieben des Apparates angeordnet. Eine dieser Specialconstructionen ist durch den Durchschnitt (Figur 42) näher erläutert.

Fig. 42.



10. System Ingersoll.

Diese Bohrmaschine, über welche in „Stummers Ingenieur“, Juli 1874, wie auch im „Engineering and Mining-Journal“, Mai 1875, näher berichtet wird, hat nach den Angaben von H. S. Drinker E. M. auch im Musconetcong-Tunnel Anwendung erfahren und ist in ihren Grundprincipien der Burleigh'schen Maschine nicht unähnlich, indem, wie in Figur 42, der Schieber vermittelst zweier Daumen bewegt wird, an welche abwechselnd der Kolben stösst, indem das Setzen ebenfalls durch einen Drill vermittelt wird, und indem das Vordringen entweder durch Hand oder automatisch durch ein Sperrrad vermittelt wird, dessen Bewegung von dem Eingriffe eines dritten Hebeldaumens abhängt.

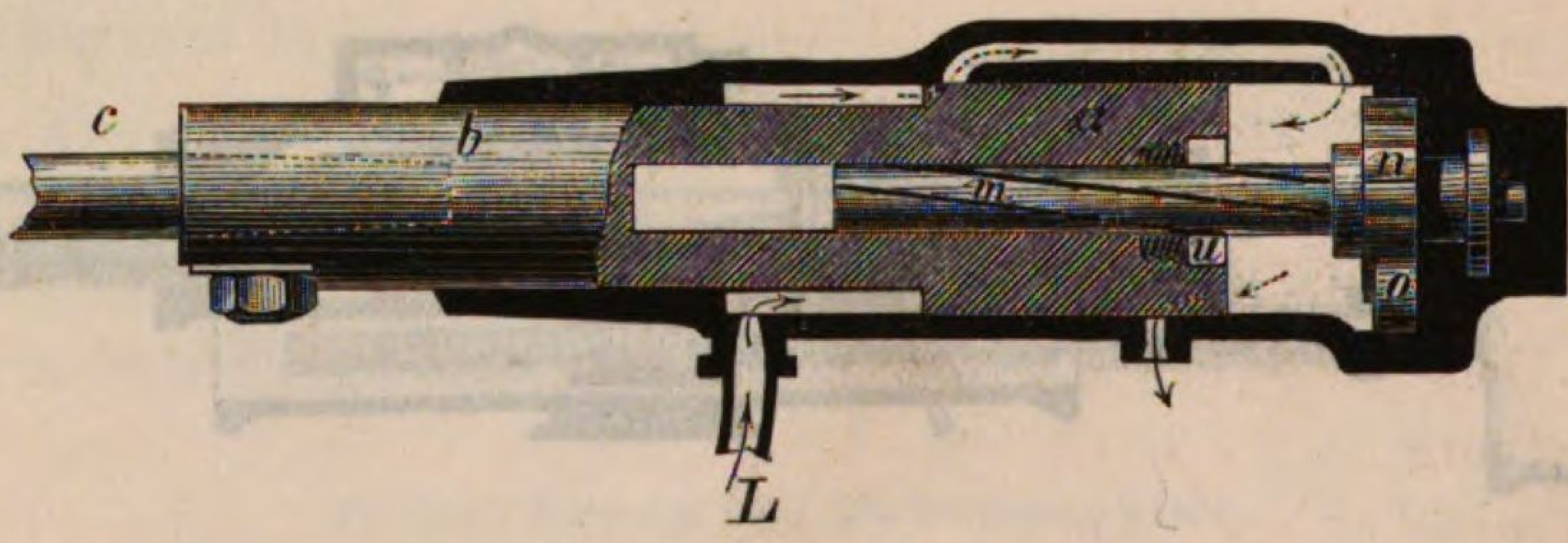
11. System Darlington.

Diese Maschine wird durch Hand vorwärts bewegt und zeichnet sich durch eine staunenswerthe Einfachheit aus; sie ist neuerlich auch von Simon in Manchester im „Stummers Ingenieur“, December 1875, und von Dr. A. Gurlt in Bonn näher besprochen worden, welcher sich zu näheren Auskünften bereit erklärt.

a) Steuerung und Kolbenspiel.

Der Kolben ist bei dieser Maschine zugleich auch Steuerungsvorrichtung, indem die comprimirte Luft, wie dies Figur 43 ersichtlich macht, bei *L* eindringt, während des Kolbenspieles den durch die Pfeile bezeichneten Weg durchläuft und also einfach permanent auf die kleinere vordere Kolbenfläche und nur ruckweise auf die rückwärtige grössere Kolbenfläche wirkt, wodurch jedesmal der Meisselschlag erfolgt. Diese staunenswerthe Einfachheit, also der Wegfall

Fig. 43.



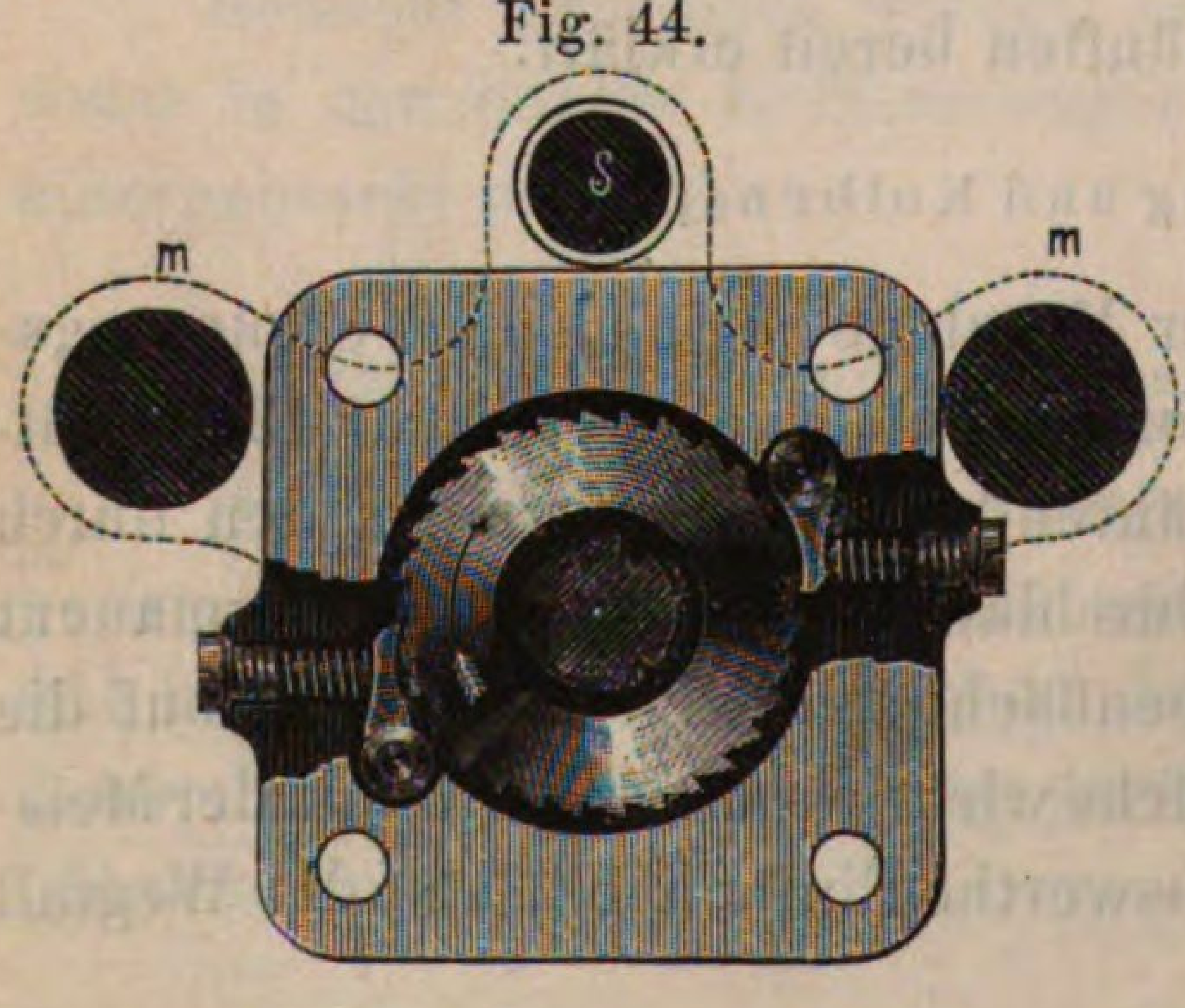
aller secundären Mechanismen, äussert sich auch thatsächlich durch eine von keiner anderen Bohrmaschine erzielte Stosszahl pro Minute, welche bis zu 1000 steigt, in der Regel jedoch nur 600 bis 800 beträgt. Alle anderen Bohrmaschinen arbeiten nämlich nur mit 200 bis 400 Stössen pro Minute, und wird mehrfach gerade die rasende Geschwindigkeit der Darlington'schen Bohrmaschine als ein Nachtheil derselben geschildert.

b) Setzen des Bohrers.

Das Setzen des Bohrers wird ebenfalls durch Riefen besorgt; die Kolbenstange *b* und der Kolben *a* sind hohl und schieben sich an einer gerieften Stange *m* hin und her. Die in den Kolben *a* eingeschraubte Mutter *u* enthält die Federn, welche in diese Riefen eingreifen, demnach das Setzen des Bohrers in jenen Momenten vermitteln, wo das Sperrrad *n*, also die Riefenstange *m* in ihrer Drehung verhindert werden.

Diese momentane Verhinderung der Drehung erfolgt einfach durch zwei Sperrklinken *o*, welche an den Cylindermantel befestiget und durch Spiralen gefedert sind, wie dies die Figur 44 näher verdeutlicht.

Fig. 44.



Diese Figur zeigt zugleich die Führung der Maschine entlang den Backen *m*, *m* und den Durchschnitt der Schraube *s*, welch' letztere zur Vor- und Rückbewegung der Bohrmaschine dient.

c) Vor- und Rückbewegung der Maschine.

Dieselbe erfolgt mittelst Kurbel von Hand durch Drehung der Schraube *s*.

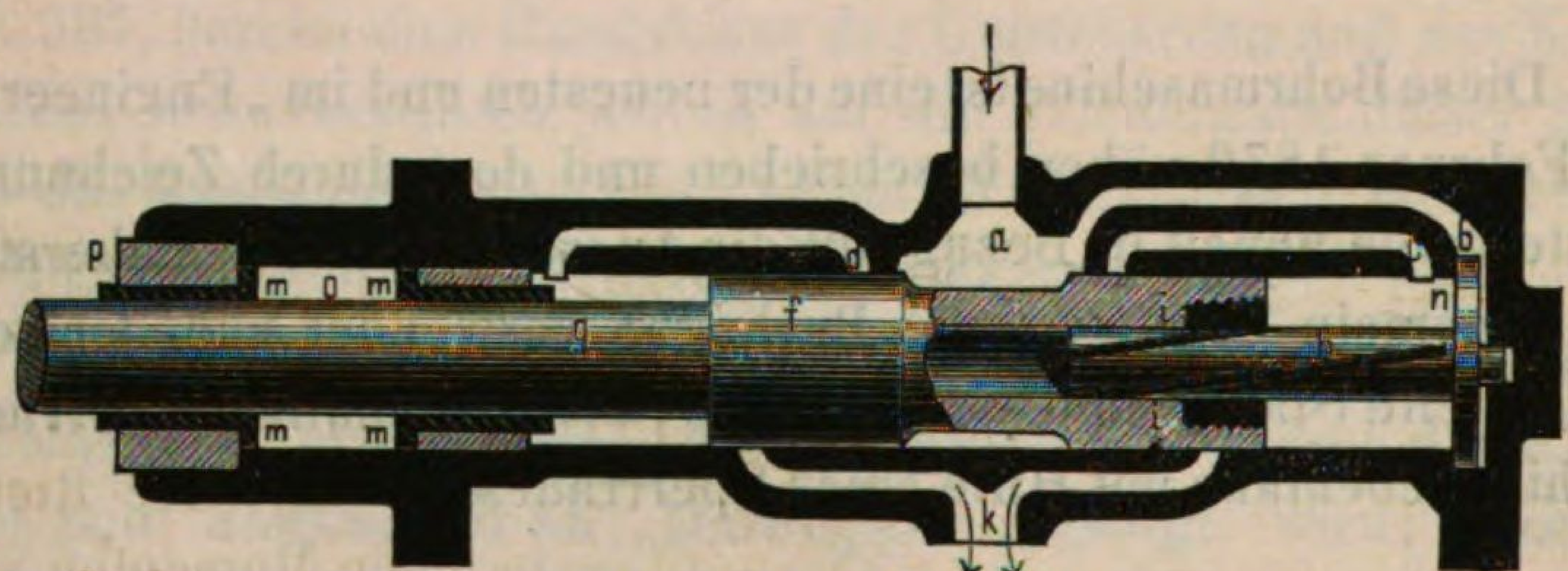
12. System Reynold.

Diese amerikanische Maschine ist unter Anderem von Mezger in Freiberg in der „Berg- und Hüttenmännischen Zeitung", 1875, näher beschrieben, und sie ähnelt nahezu vollständig der Darlington-Bohrmaschine; nur ist sie complicirter, als die letztere, weil die Canäle vermehrt und geschlungener gestaltet sind.

a) Steuerung und Kolbenspiel.

Der Arbeitskolben *f* (Figur 45) ist in der Mitte zu dem Zwecke

Fig. 45.



eingeschnitten, also in seinem Durchmesser verengt, um den Weg der in den Raum *a* einströmenden comprimirten Luft in die Canäle *c* und *d* zu vermitteln. Diese beiden Canäle wirken abwechselnd auf die zwei Kolbenflächen und vermitteln demnach das Kolbenspiel.

b) Setzen des Bohrers.

Dasselbe erfolgt durch die Spiralriefen *h* und die Federn in der Mutter *i*. Festgehalten wird jedoch die getrillte Stange *h* hier durch kein Sperrrad, sondern vermittelst Luftdruckes auf eine Scheibe. Hat nämlich der Bohrer seinen Vorstoss erhalten, so strömt die durch *c* eingedrungene und von *a* abgesperrte comprimirte Luft durch *k* aus, und die Scheibe *n* wird nunmehr durch die vermittelst *b* aus *a* zugeleitete comprimirte Luft festgepresst. Macht der Kolbenhub seinen

Rückgang, so öffnet sich wieder *c*, die comprimirte Luft dringt wieder rückwärts des Kolbens ein, die Scheibe *n* wird also von beiden Seiten mit comprimirter Luft umspült, demnach wieder frei und kann vermittelst des Trilles um ein neues Setzemaass gedreht werden.

Die Vor- und Rückwärtsbewegung dieser Maschine erfolgt durch Handbetrieb; auch ordnet Reynold eine besondere Polsterung *m*, *o*, *m* an.

Endlich muss hier noch bemerkt werden, dass nach Dr. Gurlt John Darlington bereits vor G. Reynold die Sperrung der Trillstange durch Luftdruck auf die Scheibe *n* angewendet, jedoch als unzweckmässig wieder verworfen hat.

Diese Erklärung Dr. Gurlts stempelt allerdings die Reynold'sche Maschine zu einer Copie der Darlington'schen.

13. System Cranston.

Diese Bohrmaschine ist eine der neuesten und im „Engineering“ vom Februar 1876 näher beschrieben und dort durch Zeichnungen erläutert. Sie ähnelt in Bezug auf die Anordnung der Schiebersteuerung ungemein dem Systeme Burleigh, verwendet zum Umsetzen eine geriefte Stange und ein Sperrrad; das automatische Vorrücken geschieht ebenfalls mit Hilfe eines Sperrrades.

14. System Warsop.

Diese Maschine ist im „Engineer“, Jänner 1875, und in der „Berg- und Hüttenmännischen Zeitung“, 1875, näher beschrieben und dort durch Zeichnungen erläutert; sie ist insoferne von geringer Wichtigkeit, als der Vortrieb und das Umsetzen des Bohrers durch Zahnradübersetzung vermittelst Handkurbel erzielt wird und die Maschine das Rammenprincip einschlägt. Es wird nämlich durch Dampf oder comprimirte Luft der Kolben zwischen Leitstangen, also ohne Drehung, bewegt, wodurch ein Stoss auf eine Art Ambos erzeugt wird, in welchem der Bohrer festgekeilt ist. Tangye Brothers und Rake in Newcastle haben solche Maschinen gebaut, welche bei 44·5 Millimeter Durchmesser des Bohrloches und 1·125 Kilogramm Druck pro Quadratcentimeter 914 Millimeter tief pro Stunde in harten Granit eindrangen.

Wir erwähnen dieses System nur dessentwegen, um zu zeigen, dass das Rammprincip, respective das Princip des Fäustelschlages, wie es auch Schwarzkopff schon verfolgte, auch bei neueren Bohrmaschinen verwerthet wurde.

15. System Turrettini.

Wir können diese Uebersicht des heutigen Standes der Percussionsmaschinen nicht schliessen, ohne jenes Systemes zu gedenken, welches Max Kraft „Turrettini-Colladon“ nennt und welches Professor Colladon dem Herrn Turrettini, dem Director der „Société genevoise de construction“, zuweist. Dieses System wird sehr gelobt, und rühmt Professor Colladon insbesondere die Vorzüglichkeit der automatischen Vorwärtsbewegung, welche, und wohl mit Recht, eine Forderung der Neuzeit ist. Max Kraft gibt allerdings in der „Oesterreichischen Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen“, 1874, pag. 397, bereits eine Handskizze der Umsteuerung und des Kolbenspieles; wir verzichten jedoch auf die Wiedergabe dieser Skizze, weil die Maschine selbst wohl schon in kurzer Zeit in ihrer Vollständigkeit veröffentlicht werden dürfte.

Hier sei nur nach den beiden Texten von Professor Colladon und Max Kraft erwähnt, dass die Steuerung direct durch das Kolbenspiel und anklingend an „Darlington“ besorgt wird; dass der Kolben aus zwei kurz vor dem Stosse des Bohrers auseinander gehenden Theilen besteht, wodurch der Stoss elastischer wird; dass die Rotation des Kolbens, also das Setzen des Bohrers durch Luftdruck erfolgt und das Vorrücken des Mechanismus durch das Princip der Reaction der comprimirten Luft bewerkstelligt wird, wodurch die Maschine sich durch ein Vordringen auszeichnet, welches genau dem Fortschritte der Bohrung angepasst ist, auch aller jener subtilen Constructionstheile entbehrt, welche zu so häufigen Reparaturen Anlass geben.

§. 4. Die Bohrmaschinengestelle.

Die Frage nach dem vortheilhaftesten Gestelle für die Fixirung der Bohrmaschinen ist vollkommen noch nicht gelöst. Die zur Aufstellung und Fortnahme erforderliche Zeit und Arbeit, wie der

Widerstand gegen die durch die Bohrmaschine erzeugten Vibrationen, ferner die Bedingung der Oertlichkeit, an welcher die Maschinenarbeit durchzuführen ist, ferner die Universalität der Bohrlochrichtung, und endlich die Nothwendigkeit, öfters eine grössere Zahl von Maschinen in einem beengten Raume unterbringen zu können: dies sind Factoren, welche die Lösung der Frage nach einem besten Gestelle ganz ungemein compliciren. In der That sind aus Grund dieser Factoren sehr verschiedenartige Ideengestaltungen zu Tage getreten, und wenn wir uns bemühen, dieselben zu classificiren, so vermögen wir die sämmtlichen bis jetzt vorhandenen Gestelle in fünf Hauptkategorien zu theilen, nämlich: 1. Handgestelle, 2. Balkengestelle, 3. einfache Säulengestelle, 4. Dreifussgestelle und 5. Wagengestelle.

Mehrere dieser Hauptabtheilungen zerfallen wieder in Unterabtheilungen.

1. Handgestelle.

Dieselben sind durch einen hantirbaren Rahmen gebildet, welcher von dem einzelnen Arbeiter festgehalten und angedrückt werden kann und der Bohrmaschine entweder zugleich als Schlitten oder als Lagerstätte dient. Derlei Handgestelle dienen nur für einzelne Bohrlöcher; als ein Beispiel solcher Gestelle kann das Humboldtgestelle Nr. 878 (aus dem bekannten Prospecte über Gesteinsbohrmaschinen der Actien-Gesellschaft „Humboldt", vormals Sievers & Comp. zu Deutz) betrachtet werden.

2. Balkengestelle.

Als solche kann man jene Vorrichtungen bezeichnen, welche in einem einfachen, zwischen zwei Gesteinspunkten wagrecht oder mehr und minder geneigten verspannten Balken, sei dieser nun in Holz oder Eisen construirt, bestehen, welche Balken zur Aufnahme der einzelnen oder mehreren, und jedesmal mit Universalgelenken versehenen Bohrmaschinen dienen. Diese Gestelle sind vorzugsweise beim Schachtteufen, beim Stollenbetriebe und beim Schlitzbetriebe beliebt, namentlich beim Schachtbetriebe desshalb, weil er Balken in Ketten gehängt, sofort und sammt den Bohrmaschinen vor dem Schiessprocesse in die Höhe

gewunden werden kann. Beispiele solcher Gestelle, welche zweckmässig in Eisen construirt und zum Anschrauben gegen die Ulmen eingerichtet, auch wenn sie entlang des Balkens durch Gabeln gegen die Sohle gestützt werden können, sind in der Mahler'schen Schrift über moderne Sprengtechnik, wie auch in „Stummers Ingenieur" December 1875, hier gelegentlich der Beschreibung der Darlington-Maschine, auch andernorts enthalten.

3. Einfache Säulengestelle.

Derlei Gestelle sind dem Wesen einer Säule entsprechend senkrechte oder wenig davon geneigte, aufrechte Balken, welche also das Kennzeichen tragen, dass sie zwischen „oben" und „unten" verspannt sind. Solche Säulengestelle haben eine zweifache Anordnung, entweder wird ihre constante Länge zur Verkeilung oder Festschraubung benützt, oder sie lassen sich verlängern; im letzteren Falle wird diese Verlängerung meistens durch Herausdrehung einer Schraube erzielt. Die Verspannung der Säule erfolgt durch Verkeilung, besser aber durch Eingriff von Pratzen, welche durch die Schraubung festgeklemmt werden.

Die Fixirung der einzelnen Bohrmaschine oder der Bohrmaschinen erfolgt in dreierlei Art: *a)* durch vorgesteckte Keile in staffelförmig angeordnete Löcher; *b)* durch Festklemmung des Universalgelenkes, oder *c)* durch Aufschraubung einer Mutter, an welcher das Universalgelenke sitzt; im letzteren Falle ist die Säule als Schraubenspindel construirt. Man kann eine solche Schraube oder Säule auch mit Karrenrädern versehen, um sie leichter zu transportiren, wie dies unter Andern Schwarzkopff angeordnet hat.

4. Dreifussgestelle.

Dieselben tragen in Gestalt eines Statives die einzelne Bohrmaschine in der Weise, dass jede Stellung der Bohrmaschine ermöglichet wird; es lässt sich also mit solchen Gestellen nicht nur nach abwärts, sondern auch horizontal und nach aufwärts und überall in jeder Richtung bohren, wie dies unter Andern gelegentlich der Beschreibung der Ingersollmaschine („Engineering", Juli 1874), oder der Reynoldmaschine („Engineering and Mining Journal". Mai 1875) genügend erkenntlich ist. Die Füsse des Statives können ver-

längerbar eingerichtet werden; beschwert wird das Stativ entweder durch das genügende Gewicht der Bohrmaschine allein (Exempel der Ingersollmaschine) oder durch Gewichte, welche am Tische des Statives hängen (Humboldt) oder auch durch Gewichte, welche an den Füssen des Statives angebracht sind (Reynold rock drill).

5. Wagengestelle.

Diese Gestelle dienen zur Aufnahme einzelner, meist mehrerer Maschinen und charakterisiren sich dadurch, dass sie auf Rädern und Schienengeleisen laufen. Man kann Säulenwagen, Rahmenwagen Laffeten und Gehäusewagen unterscheiden.

a) Säulenwagen.

Dieselben tragen auf einem mit Rädern versehenen Plateau Säulen, an welchen die Bohrmaschinen mittelst Universalgelenken situirt sind und welche an ihrem oberen Ende an die Firste verkeilt oder verschraubt sind. Beispiele solcher Wagen sind unter Andern die Humboldt-Gestelle 852, 867 und 886 in dem oben genannten Geschäftsprogramme und das Mac-Kean-Gestelle, „Engineering“, Juli 1872; wie auch die Burleighmaschine, Programm von T. Brown & Comp.

b) Rahmenwagen.

Derlei Wagen werden bei Strecken- oder Schlitzbetriebe angewendet und haben die Gestalt eines in Eisen construirten Stollengevieres, dem die Grundsohle fehlt, dessen Kappe gegen die Firste gespannt wird und von welcher ein Universalgelenke herabhängt, an dem die Bohrmaschine sitzt; diese Gestelle haben den Vortheil, dass sie auf den entlang der Stollenwände situirten Schienen wie ein Rollthor geschoben werden können, also durch das inmitten des Stollens liegende Haufwerk in der Bewegung nicht gehemmt sind. Die Materialförderung kann also durch das Gestelle hindurch auf selbständigem Schienengeleise geschehen. Beispiel eines solchen Gestelles ist das von Freudenberg für Scharley construirte.

c) Laffeten.

Unter Laffeten verstehen wir solche Gestellwagen, welche durch zwei auf Rädern liegende Seitenwände eine horizontale

Welle tragen, auf der entweder unmittelbar oder vermittelst ausstreckbarer Rahmen oder starker Stangen die Bohrmaschine durch Universalgelenke befestiget sind. Beispiele solcher Apparate (welche jedoch sehr durch Vibrationen leiden) sind unter andern das Burleighgestelle im Programme Mahler & Eschenbacher, sowie die Gestelle 882 und 885 der Actiengesellschaft Humboldt.

d) Gehäusewagen.

Solche Wagen bestehen aus einem durch eiserne Stangen gebildeten durchsichtigen Gehäuse, welches durch Anwendung von Etagen und Schraubensäulen die Lagerung mehrerer Maschinen (in der Regel sechs, öfter auch acht) zulässt. Ein solcher Gehäusewagen versperrt fast den ganzen Stollen- oder Schlitzraum und kann entweder gegen die Gesteinswände verkeilt oder verschraubt oder so schwer construirt oder auch beschwert werden, dass die Vibrationen bei der Bohrung und die Kräfte der Rückstösse aufgehoben werden, zu welchem Zwecke der ganze Wagen auf den Schienen befestigt werden kann. Solche Gehäusewagen wurden beim Mont-Cenis-Tunnel und werden gegenwärtig in verschiedener Detailconstruction beim Baue des St. Gotthard-Tunnels angewendet. Auch Brown hat für die Burleighmaschine derlei Wagen unter der Bezeichnung „Tunnel Carriage“ construirt. Vortrefflich construirte Gehäusewagen sind dermalen (1876) im Tunnel bei Cochem in Verwendung.

Ausstellungsobjecte.

Die Wiener Weltausstellung brachte mehrere Bohrmaschinengestelle zur Anschauung, unter denen wir die folgenden erwähnen

a) System Dubois & François (belgische Abtheilung Maschinenhalle). Das Gestelle ist auf Texttafel *E* dargestellt, war im Original ausgestellt und wurde zur Zeit der Ausstellung beim St. Gotthard-Tunnel angewendet; weder das Gewicht des Apparates, noch die bei ihm gestattete Verkeilung verhindern jedoch jenes Maass der Vibration, welches schädlich ist, und kehrte man desshalb beim St. Gotthard-Tunnel auf die bekannte, jedoch in etwas veränderte Gestelltype vom Mont-Cenis-Tunnel zurück.

b) Die Firma Humboldt in Kalk bei Deutz brachte verschiedene Arten von Gestellen zur Anschauung, welche in dem, in Ingenieurkreisen vielfach bekannten Preiscourante dieser Firma abgebildet erscheinen; das Sachs'sche Stativgestell, welches von der Firma Humboldt construirt wird, ist im Hefte LIX, pag. 8 des officiellen Ausstellungsberichtes abgebildet.

c) Mahler & Eschenbacher (eigener Pavillon) brachten in ihrem ebenfalls in Ingenieurkreisen bekannten Programme „Die moderne Sprengtechnik, von Julius Mahler" vier verschiedene Arten von Bohrgestellen zur Anschauung, nämlich ein Dreifussgestell, auf welches ein Mann behufs der Erzielung der Stabilität treten konnte (vergleiche Heft LIX, pag. 7 des officiellen Ausstellungsberichtes), ein Säulengestelle (ausgestellt in natura in einem künstlich dazu hergerichteten Stollen) und zwei Wagengestelle (mit einer, respective vier Bohrmaschinen) zur Anschauung.

d) Braydon, Davidson & Warrington (Maschinenhalle) vertreten durch Whitley Partners in Leeds, brachten ein zur Maschine „Power-Jumper" gehöriges Dreifussgestelle zur Anschauung, welches durch seine ausserordentliche Einfachheit und praktische Anordnung auffiel.

e) Collectivausstellung des Aachen-Eifeler Bergwerksbezirkes. Dieselbe brachte das Bohrgestelle des Maschinenmeisters Pelzer zur Anschauung. Dieses Gestelle ruht auf einem gusseisernen Wagen, auf dem ein drehbarer Stiel (Säule) befestigt ist; dieser Stiel ist hohl und hat zwei Schlitze, in denen sich ein Wagebalken auf- und abwärts bewegen kann. Das eine Ende dieses Balkens, der in jeder Höhenlage des Stieles befestigt werden kann, trägt ein Gelenke, welches die Bohrmaschine aufnimmt; das andere Ende ist durch ein Gewicht balancirt.

Dieses Gestelle wird im Wurmreviere gelobt, zeichnet sich durch Einfachheit der Construction aus und ist in Gemässheit der obigen Kategorisirung der Gestelle unter die „Säulenwagen" zu zählen.

§. 5. Erfahrungen über maschinelle Gesteinsbohrarbeit.

Die Erfahrungen, welche vermittelst der maschinellen Gesteinsbohrung gemacht wurden, kennzeichnen wohl überall, gegenüber der Handarbeit eine ganz wesentliche Ersparniss an Zeit; die directe Geldersparniss ist jedoch bis jetzt nur in einzelnen Fällen nachgewiesen; rechnet man jedoch die Zeitersparniss in Geld um, so erscheint wohl überall, wo es sich um die Ueberwindung grösserer Massen handelt, die maschinelle Bohrarbeit auch finanziell gerechtfertiget. Bei der Beurtheilung der directen Kostenersparniss, die öfters nachgewiesen wird, dürfen jedoch niemals drei Momente übersehen werden, nämlich: *a)* dass kurze Versuche in keinem Falle entscheidend sind, sondern doch wenigstens monatelang mit Handarbeit alterirende Versuche durchgeführt werden müssen, bevor man zu einem maassgebenden Urtheile gelangen kann; *b)* dass man sich bezüglich der Amortisirung der Anlage, der Unterhaltung der Geräthe auf längere Zeit und bezüglich jener Generalunkosten durchaus keiner Täuschung hingeben darf, welche bei Versuchen und bei durch Directionen ausgeführten Regiebauten vermöge des Buchungswesens so selten scharf genug hervortreten, sondern oft nur Schätzungsexempel sind, deren Höhe jedoch ein Bauunternehmer sehr wohl zu würdigen versteht, sobald er die zugehörige, völlige finanzielle Abwickelung des Geschäftes im Auge behält; *c)* dass endlich gerade den maschinellen Bohrungsversuchen bei Bergbauen ausnutzbare Generalanlagen und Inventarstücke (vorhandene Dampfkessel, Röhren, Utensilien, Generalaufsicht, Maschineningenieure etc. etc.) zu Gute kommen, welche in der Regel den Kosten der Handarbeit bei den Vergleichsberechnungen nicht vollwichtig abgeschrieben werden.

Bei einem auszuführenden Tunnelbaue, wo es sich um Herbeischaffung und kurzzeitige Verwerthung von geistigen Factoren und materiellen Utensilien handelt, treten diese Generalunkosten der Maschinenbohrung noch immer sehr scharf entgegen, so dass, wie die Sache gegenwärtig (1876) steht, selbst Tunnelbauten von 3000 Meter Länge, trotz der Beachtung der Intercalarzinsen, selten vortheilhaft durch Bohrarbeit mittelst comprimirter Luft getrieben werden können. Dem ungeachtet ist es im höchsten Maasse erwünscht,

dass grosse Unternehmungen, um sich concurrenzfähiger machen zu können, und Eisenbahndirectionen, welche Werth auf Regiebau legen, selbst kürzere Tunnels zu Versuchsstationen benützen, um das Feld der maschinellen Bohrung mehr zu bebauen und jenem Ziele entgegensteuern zu können, welches heute darin besteht, die maschinelle Bohrarbeit durch Einübung und Specialerfahrung derart zu verbilligern, dass in Zukunft auch kurze Tunnels finanziell vortheilhaft mit Bohrmaschinen bearbeitet werden können.

Wir haben hier die angenehme Pflicht, berichten zu müssen, dass die Verwaltung der Königlich Preussischen Staatsbahnbauten, unter der Oberleitung des Herrn Ministerialdirectors Th. Weishaupt, der wissenschaftlichen Ausbildung des Tunnelbaues überhaupt und des Erfahrungsmomentes der Tunnelbohrung insbesondere ein ganz hervorragendes Augenmerk zuwendet. Nach mehrfachen kleineren Versuchen wurde (1872—1874) der Bebenrother Tunnel bei Bebra mit 6 Bohrmaschinen nach dem Systeme Dubois-François erfolgreich betrieben, und gegenwärtig (1876) wird ausschliesslich mit Ferrouxmaschinen der 4·2 Kilometer lange Tunnel bei Cochem a. d. Mosel gebohrt. Dieser Bau, ein sehenswerther Musterbau in seiner ganzen Anordnung und bisherigen Durchführung, wird von beiden Mundlöchern aus im Sohlenstollen mit je 6 Ferrouxmaschinen betrieben, und ist die Einarbeitung der Leute jener am St. Gotthard nicht im Mindesten nachstehend. Im Monate Juli 1876 wurden in fester rheinischer Grauwacke auf beiden Seiten schon 170 laufende Meter Sohlenstollen grossen Profiles aufgefahren, trotzdem die Klüftigkeit des Gesteines, die Einwirkung weicher Schieferschichten, die Wirkungen des Dynamites und die grosse Breite des Sohlenstollens überall dessen, den Baufortschritt hemmende Auszimmerung bedingte. —

Eine andere, gegenwärtig (1876) bestehende Erfahrung, welche auf den Tunnelbau Bezug hat, ist die, dass man die maschinelle Bohrarbeit erst dann lohnend finden kann, wenn man doch mit wenigstens drei Maschinen vor Ort arbeitet; bei der Anwendung einer oder zweier Bohrmaschinen in den Vorstollen hat man, gerechnet auf die Fortschrittseinheit, noch zu viel Verlust an todter Zeit (Maschinenumstellung u. s. w.), und gerechnet auf die Kubik-

einheit, noch eine viel zu grosse Quote der Generalanlage- und Amortisationskosten.

Von diesen Gesichtspunkten aus betrachtet, erscheint es nun für den Eisenbahningenieur, zumal derselbe auch dem Bohrmaschinenbetriebe in Einschnitten und Steinbrüchen sein Augenmerk zuzuwenden hat, als eine Forderung der Zeit, jene leider sparsamen Veröffentlichungen thunlichst zusammenzutragen, welche auf dem Gebiete der Erfahrungen in der Bohrmaschinenarbeit ziffermässig gegeben wurden, und der Zusammenhalt dieser Erfahrungen mit der vorstehend gegebenen schematischen Erläuterung der wesentlichsten Bohrmaschinensysteme wird dann hinreichen, das gesammte dermalige Erfahrungsmoment in dieser Disciplin ausnutzen zu können.

Nur müssen wir noch ausdrücklich hervorheben, dass bei einzelnen der hier folgenden Mittheilungen aus der Literatur niemals übersehen werden darf, wie die Maschinenbohrung noch jung, verhältnissmässig noch beschränkt, oft durch Concurrenzen einseitig und vielfach mit Geheimhaltung, selten mit Comparativversuchen gepaart, betrieben wird, und dass, dem Wesen der Gesteinsarbeit entsprechend, der Einfluss der Oertlichkeit und der Gesteinslocalität ein ungemein grosser ist.

Wir geben die folgenden Erfahrungen aphoristisch und bedauern, die höchst interessanten, bisherigen Erfahrungen vom Bebenrother und Cochemer Tunnel hier nicht beifügen zu können, weil sie uns erst während der vorgeschrittenen Drucklegung dieser Arbeit zugegangen sind. Dessgleichen konnten aus derselben Ursache die vortrefflichen Daten über Maschinenbohrung von Carl Heberle (Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1876) und jene aus dem officiellen Berichte pro IV. Quartal 1875 über den St. Gotthard-Tunnel hier nicht mehr benützt werden.

1. Mont-Cenis-Tunnel.

Die Totalfortschritte, welche im Mont Cenis-Tunnel vermittelst der Bohrmaschinen erzielt wurden, sind in der folgenden Tabelle ersichtlich gemacht.

(Nach officiellen

Monat	1861 Bardonnèche	1861 Modane	1862 Bardonnèche	1862 Modane	1863 Bardonnèche	1863 Modane	1864 Bardonnèche	1864 Modane
	Meter							
Jänner	—	—	32.60	—	18.50	4.43	43.50	24.65
Februar	—	—	28.45	—	31.90	23.09	40.10	43.15
März	9.70	—	31.65	—	24.40	33.76	40.90	43.10
April	17.50	—	26.60	—	29.40	31.42	48.10	51.35
Mai		—	34.30	—	34.80	38.80	43.30	24.55
Juni	142.8 (Mai–Juli)	—	32.50	—	33.75	38.85	49.20	26.50
Juli		—	38-02	—	46.85	32.60	60.80	46.80
August		—	34.53	—	42.40	25.55	56.60	30.45
September		—	33.25	—	42.30	28.30	57.10	45.05
October	142.8 (August–December)	—	35.00	—	44.30	34.60	61.75	50.80
November		—	30.00	—	44.20	34.15	59.75	39.40
December		—	33.10	—	33.20	49.55	60.10	40.85
zusammen pro Seite	170.00	—	380.00	—	426.00	376.00	621.20	466.65
zusammen für beide Seiten	170.00		380.00		802.00		1.087.85	
täglicher Fortschritt pro Seite	0.48	—	1.04	—	1.17	1.03	1.70	1.27
täglicher Fortschritt für beide Seiten	0.48		1.04		2.20		2.97	

Angaben.)

1865		1866		1867		1868		1869		1870	
Bardonnèche	Modane	Bardonnèche	Modane	Bardonnèche	Modane	Bardonnèche	Modane	Bardonnèche	Modane	Bardonnèche	Modane
M e t e r											
65.30	38.45	63.50	22.00	77.00	21·26	54.30	51.90	50.90	56.45	65.00	44.55
56.60	55.65	62.20	15.45	66.00	15.21	49.00	47.05	60.60	51.75	61.20	31.75
67.40	54.00	68.50	18.65	78.80	57.54	49.30	60.85	81.90	54.05	71.80	41.50
60.00	52.95	59.40	11.35	80.70	75.51	46.90	62.45	76.75	48.25	70.30	52.45
62.65	91.30	68.35	14.45	90.60	86.84	61.30	54.50	71.90	53.70	76.70	75.85
65.15	49.50	65.05	20.30	63.50	61.62	59.80	54.15	70.55	45.30	67.85	70.00
74.05	16.10	74.00	20.05	82.20	72.55	63.90	64.80	69.10	50.90	75.75	75.30
71.95	13.70	74.65	17.23	70.35	69.30	52.10	56.80	68.40	58.25	79.80	67.05
68.90	19.50	68.25	15.86	59.55	69.18	50.00	56.85	72.80	58.15	83.90	78.20
68.50	19.20	75.30	12.89	71.20	60.65	52.20	63.25	76.40	47.50	89.20	79.50
56.50	20.70	69.70	22.98	49.00	60.10	56.10	61.85	66.10	41.95	80.10	74.10
48.30	27.35	63.80	21.08	35.40	38.05	43.70	47.10	62.30	37.50	67.85	55.60
765.30	458.40	812.70	212.29	824.30	687.81	638.60	681.55	827.70	603.75	889.45	745.85
1.223.70		1.024.99		1.512.11		1.320.15		1.431.45		1.635.30	
2.10	1.25	2.23	0.58	2.26	1.88	1.75	1.86	2.27	1.65	2.47	2.07
3.35		2.81		4.14		3.61		3.92		4.54	

2. Ueber die Detailleistungen der Bohrmaschinen im St. Gotthard-Tunnel gibt die folgende Tabelle höchst interessante Aufschlüsse, aus denen hervorgeht, dass die Leistung der Maschinenbohrung bei diesem Tunnel, wie es auch anderenorts schon anerkannt wurde, eine ganz hervorragende ist.

(Nach den officiellen Berichten.)

Jahr	Monat	Monatlicher Fortschritt			Summe des Fortschrittes			Mittlerer Fortschritt pro Tag		
		Göschenen	Airolo	Summe	Göschenen	Airolo	Summe	Göschenen	Airolo	Summe
		Meter								
1872	September	—	28.7 [1]	28.7	—	28.7	28.7	—	—	—
	October .	—	39.4 [1]	39.4	—	68.1	68.1	—	—	—
	November	4.8 [1]	17.6 [1]	22.4	4.8	85.7	90.5	—	—	—
	December	14.1 [1]	16.0 [1]	30.1	18.9	101.7	120.6	—	—	—
1873	Jänner . .	21.1 [1]	23.8 [1]	44.9	40.0	125.5	165.5	—	—	—
	Februar .	20.5 [1]	18.1 [1]	38.6	60.5	143.6	204.1	—	—	—
	März . .	26.7 [1]	21.5 [1]	48.2	87.2	165.1	252.3	—	—	—
	April . .	30.4	12.0	42.4	117.6	177.1	294.7	1.01	—	—
	Mai . . .	42.5	22.5 [1]	65.0	160.1	199.6	359.7	1.37	—	—
	Juni . . .	48.1	19.6 [1]	67.7	208.2	219.2	427.4	1.60	—	—
	Juli . . .	51.0	47.4	98.4	259.2	266.6	525.8	1.65	1.53	3.18
	August .	66.6	89.1	155.7	325.8	355.7	681.5	2.15	2.87	5.02
	September	50.2	60.2	110.4	376.0	415.9	791.9	1.67	2.01	3.67
	October .	70.0	60.0	130.0	446.0	475.9	921.9	2.26	1.94	4.20
	November	75.0	51.1	126.1	521.0	527.0	1.048.0	2.50	1.70	4.20
	December	79.2	69.0	148.2	600.2	596.0	1.196.2	2.56	2.23	4.79
1874	Jänner . .	72.0	51.7	123.7	672.2	647.7	1.319.9	2.47	1.67	4.14
	Februar .	65.8	55.3	121.1	738.0	703.0	1.441.0	2.35	2.29	4.64
	März . .	82.1	63.2	145.3	820.1	766.2	1.586.3	2.65	2.09	4.74
	April . .	58.4	51.9	110.3	878.5	818.1	1.696.6	1.95	1.73	3.68

[1] Handbohrung.

Jahr	Monat	Monatlicher Fortschritt			Summe des Fortschrittes			Mittlerer Fortschritt pro Tag		
		Göschenen	Airolo	Summe	Göschenen	Airolo	Summe	Göschenen	Airolo	Summe
		Meter								
1874	Mai . . .	82.0	44.8	126.8	960.5	862.9	1.823.4	2.65	1.45	4.10
	Juni . . .	70.3	63.1	133.4	1.030.8	926.0	1.956.8	2.34	2.10	4.44
	Juli . . .	95.0	62.0	157.0	1.125.8	988.0	2.113.8	3.06	2.00	5.06
	August .	120.0	59.8	179.8	1.245.8	1.047.8	2.293.6	8.87	1.93	5.80
	September	108.2	51.2	159.4	1.354.0	1.099.0	2.453.0	3.61	1.71	5.32
	October .	113.1	73.4	186.5	1.467.1	1.172.4	2.639.5	3.65	2.37	6.02
	November	83.7	84.6	168.3	1.550.8	1.257.0	2.807.8	2.79	2.82	5.61
	December	86.5	86.4	172.9	1.637.3	1.343.4	2.980.7	2.79	2.79	5.58
1875	Jänner . .	92.6	101.4	194.0	1.729.9	1.444.8	3.174.7	2.99	3.27	6.26
	Februar .	83.1	101.0	184.1	1.813.0	1.545.8	3.358.8	2.96	3.61	6.57
	März . .	92.1	86.7	178.8	1.905.1	1.632.5	3.537.6	2.97	2.79	5.76
	April . .	97.6	128.0	225.6	2.002.7	1.760.5	3.763.2	3.15	4.27	7.42
	Mai . . .	115.5	101.0	216.5	2.118.2	1.861.5	3.979.7	5.02	3.26	8.28
	Juni . . .	99.3	115.0	214.3	2.217.5	1.976.5	4.194.0	3.31	3.83	7.14
	Juli . . .	113.4	127.2	240.6	2.330.9	2.103.7	4.434.6	3.66	4.10	7.76
	August .	119.9	95.8	215.7	2.450.8	2.199.5	4.650.3	3.87	3.09	6.96
	September	125.9	103.2	229.1	2.576.7	2.302.7	4.879.4	4.20	3.44	7.64
	October .	127.6	116.2	243.8	2.704.3	2.418.9	5.123.2	4.12	3.75	7.87
	November	67.2	90.1	157.3	2.771.5	2.509.0	5.280.5	2.24	3.00	5.24
	December	39.3	90.0	129.3	2.810.8	2.599.0	5.409.8	1.27	2.90	4.17
1876	Jänner . .	32.5	121.3	153.8	2.843.3	2.720.3	5.563.9	1.05	3.91	4.96
	Februar .	46.6	89.0	135.6	2.889.9	2.809.3	5.699.2	1.61	3.18	4.79
	März . .	75.5	76.1	151.6	2.965.4	2.885.4	5.850.8	2.43	2.45	4.88
	April . .	113.8	63.6	177.4	3.079.2	2.949.0	6.028.2	3.79	2.12	5.91
	Mai . . .	110.1	58.6	168.7	3.189.3	3.007.6	6.196.9	3.55	1.89	5.45
	Juni . . .	95.7	40.4	136.1	3.285.0	3.048.0	6.333.0	3.19	1.34	4.53

3. Detailerfahrungen der Stollenbohr-

a) Stollenort Göschenen.

Jahr	Monat	Bohrmaschinensystem	Monatsfortschritt. (Bohrmaschinenarbeit)	Mittlerer täglicher Fortschritt	Maximum des täglichen Fortschrittes	Zahl der Angriffe	Mittlere Zeit für die Bohrperiode bei einem Angriffe	Mittlere Zeit für das Sprengen und Abtreiben etc.
			Meter				Stunden-	
1873	April . . .	Dubois & François Mac-Kean und Sommeiller	28.90	1.07	1.80	37	8—42	8—38
	Mai . . .		42.50	1.37	2.40	51	8—40	5—52
	Juni . . .		48.10	1.60	3.50	52	8—13	5—41
	Juli . . .		51.01	1.65	4.75	56	6—43	5— 8
	August . .		66.60	2.15	3.20	70	5—41	5— 2
	September .		50.20	1.67	2.95	58	7— 9	5—13
	October . .		70.00	2.26	3.30	77	5— 8	4—13
	November .		75.00	2.50	3.90	75	4—30	4—46
	December .		79.25	2.56	4.20	85	4—40	3—59
1874	Jänner . .	zu den obigen Ferroux	66.60	2.47	4.00	76	4—48	3—44
	Februar .	Dubois & François	65.75	2.35	3.05	74	5— 8	3—58
	März . . .		82.10	2.65	4.60	85	5— 4	3—37
	April . . .		58.40	1.95	3.50	67	6— 5	3—29
	Mai . . .	Dubois & François	18.50	2.53	2.95	22	4—39	3—21
		Ferroux	63.50	2.69	3.90	69	4—51	3—21
	Juni . . .	Ferroux	70.30	2.34	3.80	78	5—27	3—25
	Juli . . .		95.00	3.06	4.40	91	4—53	3—18
	August . .		120.00	3.87	5.80	109	3—27	3—20
	September .		108.20	3.61	6.00	102	3—41	3—17
	October . .		113.10	3.65	5.70	115	3—21	3— 8
	November .		83.70	2.79	4.40	84	4—27	3— 7
	December .		86.50	2.79	4.50	90	5— 7	3—8
1875	Jänner . .		92.60	2.99	4.10	94	4—32	3—17
	Februar . .		83.10	2.96	4.50	83	4—47	3—18
	März . . .		92.10	2.97	4.30	90	5— .	3—16

arbeit im St. Gotthard-Tunnel.
(Nach officiellen Berichten.)

Summe, Zeit für einen Angriff	Anzahl der gebohrten Löcher	Mittlere Zahl der Bohrlöcher pro Angriff	Totallänge aller Bohrlöcher	Mittlere Länge der zu einem Angriffe gehörigen Bohrlöcher	Mittlere Tiefe eines Bohrloches oder mittlere Länge eines Angriffes	Summe der Längen aller Angriffe	Zahl der zur Reparatur gesendeten Maschinen
Minuten			Meter				
17—20	1.096	29.62	1.142.0	30.87	1.042	38.85	36
14—32	1.389	27.24	1.344.0	26.35	0.968	49.35	91
13—51	1.387	26.67	1.431.0	27.52	1.032	53.66	64
11—51	1.477	26.37	1.451.4	25.91	0.983	55.05	64
10—43	1.881	26.87	1.886.5	26.95	1.003	70.21	125
12—22	1.535	26.47	1.535.0	26.47	1.000	58.00	145
9—21	1.819	23.62	1.820.8	23.65	1.001	77.08	158
9—16	1.800	24.00	2.002.4	26.70	1.112	83.40	163
8—30	2.040	24.00	2.083.2	24.51	1.021	86.78	224
8—32	1.824	24.00	1.838.0	24.19	1.008	76.01	168
9—6	1.775	23.99	1.824.0	24.66	1.028	76.07	198
8—41	2.023	23.80	2.125.0	24.99	1.050	89.25	182
9—34	1.607	23.98	1.636.0	24.41	1.018	68.20	113
8—.	528	24.00	528.0	24.00	1.000	22.00	36
8—12	1.654	23.97	1.659.0	24.04	1.003	69.20	64
8—52	1.968	25.23	1.986.0	25.45	1.009	78.60	94
8—11	2.203	24.21	2.537.0	27.88	1.152	104.90	114
6—47	2.211	20.28	2.684.0	24.62	1.214	133.60	74
6—58	1.937	19.34	2.321.0	22.75	1.167	120.10	78
6—29	2.302	20.02	2.473.0	21.50	1.074	123.70	79
7—34	1.684	20.05	1.815.0	21.61	1.078	89.50	75
8—15	1.938	21.53	2.064.0	22.93	1.065	95.70	76
7—49	1.987	21.14	2.117.0	22.52	1.065 / 1.090	102.46	81
8—5	1.678	20.22	1.796	21.64	1.070 / 1.038	86.17	77
8—16	1.811	20.12	2.081	23.12	1.449 / 1.140	102.60	84

Jahr	Monat	Bohrmaschinensystem	Monatsfortschritt. (Bohrmaschinenarbeit)	Mittlerer täglicher Fortschritt	Maximum des täglichen Fortschrittes	Zahl der Angriffe	Mittlere Zeit für die Bohrperiode bei einem Angriffe	Mittlere Zeit für das Sprengen und Abtreiben etc.
			Meter				Stunden-	
1875	April . . .	Ferroux	97.60	3.25	4.50	93	4—35	3— 8
	Mai		115.50	3.73	5.50	109	3—15	3— 6
	Juni . . .		99.30	3.31	5.50	94	4—25	3–16
	Juli . . .		113.40	3.66	6.00	103	3—45	3–10
	August . .		119.90	3.87	6.50	105	3—39	3— 2
	September .		125.90	4.20	6.40	109	3—21	3— 8

4. Detailerfahrungen der Stollenbohr-

b) Stollenort Airolo. (Nach

Jahr	Monat	Bohrmaschinensystem	Monatsfortschritt. (Bohrmaschinenarbeit)	Mittlerer täglicher Fortschritt	Maximum des täglichen Fortschrittes	Zahl der Angriffe	Mittlere Zeit für die Bohrperiode bei einem Angriffe	Mittlere Zeit für das Sprengen und Abtreiben etc.
			Meter				Stunden-	
1873	Juli . . .	Dubois & François, Sommeiller, Mac-Kean	47.40	1.53	2.50	70	3—10	7—29
	August . .		89.10	2.87	5.90	89	2—32	5–31
	September .		60.20	2.01	3.20	74	3—12	6—37
	October . .		60.00	1.94	3.00	78	3–31	5—58
	November .		51.10	1.70	3.90	70	4– 9	5—42
	December .		69.00	2.23	3.60	77	3—35	6—07

Summe der Zeit für einen Angriff	Anzahl der gebohrten Löcher	Mittlere Zahl der Bohrlöcher pro Angriff	Totallänge aller Bohrlöcher	Mittlere Länge der zu einem Angriffe gehörigen Bohrlöcher	Mittlere Tiefe eines Bohrloches oder mittlere Länge eines Angriffes	Summe der Längen aller Angriffe	Zahl der zur Reparatur gesendeten Maschinen
-Minuten			Meter				
7—43	1.850	19.89	2.133	22.94	1.153 / 1.049	107.24	72
6—21	1.992	18.28	2.331	21.39	1.070 / 1.060	127.60	42
7—41	1.773	18.86	2.030	21.60	1.145 / 1.056	107.65	58
6—55	1.844	17.90	2.192.5	21.28	1.189 / 1.101	122.45	38
6—41	1.773	16.89	2.108.1	20.08	1.189 / 1.142	124.80	29
6—29	1.752	16.07	2.102.4	19.28	1.200 / 1.155	130.80	15

arbeit in St. Gotthard-Tunnel.

officiellen Berichten.)

Summe der Zeit für einen Angriff	Anzahl der gebohrten Löcher	Mittlere Zahl der Bohrlöcher pro Angriff	Totallänge aller Bohrlöcher	Mittlere Länge der zu einem Angriffe gehörigen Bohrlöcher	Mittlere Tiefe eines Bohrloches oder mittlere Länge eines Angriffes	Summe der Längen aller Angriffe	Zahl der reparaturbedürftigen Bohrmaschinen
-Minuten			Meter				
10—39	758	10.83	837.4	11.96	1.105	77.35	14
8— 3	1.100	12.36	1.327.3	14.91	1.207	107.42	17
9—49	1.170	15.81	1.379.0	18.64	1.179	87.25	20
9—29	1.293	16.58	1.417.9	18.18	1.097	85.57	25
9—51	1.037	14.81	1.121.6	16.02	1.082	75.74	25
9—42	1.272	16.52	1.510.45	19.62	1.187	91.40	55

Jahr	Monat	Bohrmaschinen system	Monatsfortschritt (Bohrmaschinenarbeit)	Mittlerer täglicher Fortschritt	Maximum des täglichen Fortschrittes	Zahl der Angriffe	Mittlere Zeit für die Bohrperiode bei einem Angriffe	Mittlere Zeit für das Sprengen und Abtreiben etc.
			Meter				Stunden-	
1874	Jänner . .	Dubois & François	51.70	1.67	3.10	61	5—25	6—45
	Februar .		52.70	2.29	3.30	54	3—12	6—56
	März . . .		62.80	2.09	3.70	65	4— .	7— 4
	April . .		51.90	1.73	3.10	59	6—29	5—47
	Mai . . .		44.80	1.45	3.00	55	8— 6	5—30
	Juni . . .	Dubois & Franç. und Mac-Kean	63.10	2.10	3.50	66	6— 1	4—47
	Juli . . .		62.00	2.00	4.50	63	7—10	4—31
	August . .		59.80	1.93	3.20	64	7—52	3—46
	September .	Dubois & Franç., Mac-Kean und Ferroux	51.20	1.71	3.10	55	8—21	4—15
	October .	Dubois & Franç. und Ferroux	73.40	2.37	3.50	81	5—15	3—58
	November .		84.60	2.82	4.30	86	4—46	3—36
	December .		86.40	2.79	4.30	82	4—12	4— .
1875	Jänner . .	Dubois & François	101.40	3.27	4.50	98	3—29	3—53
	Februar . .		101.00	3.61	4.80	93	4—46	3—13
	März . . .	Dubois & Franç., theils Mac-Kean	86.70	2.79	4.30	83	6— 6	2—50
	April . . .	Dubois & Franç. und Mac-Kean	128.00	4.27	6.60	114	3—35	2—41
	Mai . . .		101.00	3.26	5.30	95	3—42	2—39
	Juni . . .	Dubois & François	115.90	3.83	5.30	110	3—43	2—45
	Juli . . .		127.20	4.10	5.70	118	3—31	2—47
	August . .	Dubois & Franç. und Mac-Kean	95.80	3.09	4.50	92	4—53	3— 4
	September .		103.20	3.44	4.70	99	3—54	3—17

Summe der Zeit für einen Angriff	Anzahl der gebohrten Löcher	Mittlere Zahl der Bohrlöcher pro Angriff	Totallänge aller Bohrlöcher	Mittlere Länge der zu einem Angriffe gehörigen Bohrlöcher	Mittlere Tiefe eines Bohrloches oder mittlere Länge eines Angriffes	Summe der Längen aller Angriffe	Zahl der reparaturbedürftigen Maschinen
-Minuten			Meter				
12—10	1.273	20.87	1.450.00	23.77	1.139	69.48	63
10— 8	817	15.13	960.00	17.78	1.175	63.45	30
11— 4	1.075	19.72	1.282.00	23.53	1.193	77.54	38
12—16	1.178	19.97	1.396.00	23.66	1.185	69.80	53
13—36	1.214	22.07	1.487.00	27.04	1.225	66.20	68
10—48	1.468	22.24	1.776.00	26.91	1.210	79.90	81
11—41	1.391	22.08	1.667.00	26.46	1.198	75.55	93
11—38	1.777	27.77	2.091.00	32.67	1.177	75.40	105
12—36	1.523	27.69	1.743.00	31.69	1.145	62.90	88
9—13	1.570	19.38	1.672.00	20.64	1.065	86.20	94
8—22	1.672	19.44	1.854.00	21.56	1.109	93.35	70
8—12	1.580	19.27	1.777.00	21.67	1.125	91.95	72
7—22	1.775	18.11	1.988.00	20.29	1.120 / 1.117	109.45	49
6—59	1.727	18.57	2.003.00	21.51	1.160 / 1.164	108.25	69
8—56	1.529	18.42	1.712.00	20.63	1.120 / 1.116	92.60	81
6—16	1.878	16.33	2.182.00	18.97	1.132 / 1.113	133.60	76
6—21	1.563	16.28	1.722.00	17.94	1.102 / 1.052	105.80	58
6—28	1.905	17.32	2.126.00	19.33	1.116 / 1.045	122.75	57
6—18	2.045	17.33	2.316.98	19.63	1.133 / 1.078	133.65	58
7—57	1.487	16.16	1.635.4	17.78	1.100 / 1.041	101.20	61
7—11	1.635	16.52	1.785.40	18.03	1.092 / 1.042	108.10	43

5. Resultate der Maschinenbohrung im Richtstollen des St. Gotthard-Tunnels, reducirt auf 10 Meter Stollenfortschritt.

(Nach den officiellen Berichten.)

Jahr	Monat	Goeschenen					
		Bohrmaschinen-system	Zahl der Angriffe	Gesammtanzahl der gebohrten Löcher	Totallänge aller Bohrlöcher (Meter)	Totallänge aller Angriffe (Meter)	Zahl der reparaturbedürftigen Bohrmaschinen
1873	Juli . . .	Dubois & Franç., Sommeiller und Mac-Kean	10.98	289.55	284.53	10.78	12.55
	August . .		10.51	282.43	283.26	10.54	18.77
	September .		11.55	305.78	305.78	11.55	28.88
	October . .		11.00	259.86	260.11	11.01	22.57
	November .		10.00	240.00	266.99	11.12	21.73
	December .		10.72	257.41	262.86	10.95	28.26
1874	Jänner . .	Dubois & Franç., M. Kean, Somm. und Ferroux	11.41	273.87	275.98	11.50	25.23
	Februar . .	Dubois & Franç.	11.26	269.96	277.41	11.57	30.11
	März . . .		10.35	246.41	258.83	10.87	22.17
	April . .		11.47	275.17	280.14	11.68	19.35
	Mai . . .	Dubois & Franç.	11.89	285.41	285.41	11.89	19.46
		Ferroux	10.87	260.47	261.26	10.90	10.08
	Juni . . .	Ferroux	11.10	279.94	282.50	11.18	13.37
	Juli . . .		9.58	231.89	267.05	11.04	12.00
	August . .		9.08	184.25	223.66	11.13	6.17
	September .		9.43	182.35	214.51	11.11	7.21
	October . .		10.17	203.54	218.66	10.94	6.98
	November .		10.04	201.19	216.85	10.69	8.96
	December .		10.40	224.05	238.61	11.06	8.79
1875	Jänner . .		10.15	214.58	228.62	11.05	8.75
	Februar .		9.99	201.92	216.12	10.37	9.26
	März . . .		9.07	196.63	225.95	11.14	9.12
	April . . .		9.53	189.55	218.55	10.99	7.38
	Mai . . .		9.44	172.47	201.79	11.05	3.64
	Juni . .		9.47	178.55	204.44	10.84	5.84
	Juli . . .		9.08	162.61	193.34	10.80	3.35
	August . .		8.76	147.87	175.82	10.41	2.42
	September .		8.66	139.16	166.99	10.39	1.19

Jahr	Monat	Bohrmaschinen-system	Airolo: Zahl der Angriffe	Gesammtanzahl der gebohrten Löcher	Totallänge aller Bohrlöcher (Meter)	Totallänge aller Angriffe (Meter)	Zahl der Reparatur bedürftigen Bohr-maschinen
1873	Juli . . .	Dubois & Franc., Sommeiller und Mac-Kean	14.77	159.92	176.67	16.35	2.95
	August . .		9.99	123.46	148.97	12.06	1.91
	September .		12.29	194.35	229.07	14.48	3.32
	October . .		13.00	215.50	236.32	14.26	4.67
	November .		13.70	202.94	219.49	14.82	4.89
	December .		11.16	184.35	218.90	13.25	7.97
1874	Jänner . .	Dubois & Franç.	11.80	246.23	280.46	13.44	12.19
	Februar . .		10.25	155.03	182.16	12.04	5.69
	März . . .		10.35	171.18	204.14	12.35	6.05
	April . . .		11.37	226.97	268.98	13.45	10.21
	Mai . . .		12.28	270.98	331.92	14.78	15.18
	Juni . . .	Dubois & Franç. und Mac-Kean	10.46	232.65	281.46	12.66	12.84
	Juli . . .		10.16	224.35	268.87	12.19	15.00
	August . .		10.70	297.16	349.67	12.61	17.56
	September .	Dubois & Franç., Mac-Kean und Ferroux	10.74	297.46	340.43	12.29	17.19
	October . .	Dubois & Franç. und Ferroux	11.03	213.90	227.79	11.74	12.81
	November .		10.16	197.64	219.15	11.03	8.27
	December .	Dubois & Franç.	9.49	182.87	205.67	10.64	8.33
1875	Jänner . .		9.66	175.05	196.05	10.79	4.83
	Februar . .		9.21	170.99	198.32	10.72	6.83
	März . . .	Dubois & Franç., Mac-Kean	9.57	176.35	197.46	10.68	9.34
	April . . .		8.91	146.72	170.48	10.44	5.94
	Mai . . .		9.41	154.75	170.53	10.48	5.74
	Juni . . .	Dubois & Franç.	9.57	165.65	184.87	10.67	4.96
	Juli . . .		9.28	160.77	182.15	10.51	4.56
	August . .	Dubois & Franç., Mac-Kean	9.60	155.22	170.74	10.56	6.37
	September .		9.59	158.43	173.01	10.47	4.17

6. Fortschritts-Resultate der maschinellen Bohrarbeit auf den Gruben von Ronchamp. (Nach M. Mattey, „Berg- und Hüttenmännische Zeitung“ 1875.)

1872	Monatlicher Fortschritt, Meter	Arbeitstage	Täglicher Fortschritt	Zahl der gebohrten Löcher: pro Monat	Zahl der gebohrten Löcher: pro Tag	Länge der gebohrten Löcher: pro Monat, Meter	Länge der gebohrten Löcher: pro Tag, Meter	Mittlere Tiefe der Löcher, Meter
Jänner . . .	30.00	25	1.20	708	28.3	888.5	35.50	1.25
Februar . . .	47.10	28	1.68	741	27.4	1.256.5	44.87	1.70
März	60.00	30	2.00	632	21.0	1.326.2	44.20	2.10
April	54.00	27	2.00	524	19.4	1.049.8	38.87	2.003
Mai	24.00	12	2.00	229	19.0	469.8	38.76	2.05
Summe .	216.00	122	.	2.834	.	4.990.4	.	.
Im Mittel .	48.00	27	1.75	.	23.2	.	40.9	1.76

Bemerkung. Die Bohrarbeiten zu Ronchamp wurden 1872 und mit Dubois & François Bohrmaschinen in einem Stollenquerschnitte von 2.2 Meter à 2.2 Meter bis 2.5 Meter = 4.8 Quadratmeter bis 5.0 Quadratmeter durchgeführt. Das Gestein war sehr fest, und wurden durch Handarbeit pro Monat im Mittel 7.0 Meter Fortschritt erzielt.

7. Materialienverbrauch bei der maschinellen Bohrarbeit auf den Gruben von Ronchamp. (Nach M. Mattey.)

1872	Arbeitsschichten: Häuer	Arbeitsschichten: Handlanger	Verschlagene Bohrer: pro Monat	Verschlagene Bohrer: pro Tag	Verschlagene Bohrer: pro Loch, Francs	Pulver: pro Monat, Kilogramm	Pulver: pro Angriff, Klgr.	Dynamit: pro Monat, Kilogramm	Dynamit: pro Angriff, Kilogramm	Kapseln: pro Monat	Kapseln: pro Angriff	Zünder: pro Monat	Zünder: pro Angriff
Jänner . . .	180	50	1465	61	1.80	200	8.32	74.5	3.10	400	16	1200	48
Februar . .	227	54	2181	78	2.92	240	8.57	125.0	4.46	600	21	1350	48
März	246	62	2264	75	3.57	230	7.66	222.5	7.40	900	30	1700	56
April . . .	217	54	1572	58	3.05	150	5.54	245.4	9.06	800	29	1200	44
Mai (1/2) . .	106	24	745	62	3.26	248	2.06	122.0	10.16	100	8	430	36
Summe .	976	244	8227	.	.	1068	.	789.4	.	2800	.	5880	.
Im Mittel .	.	.	.	67	2.90	.	6.92	.	6.47	.	23	.	48
pro 1 Meter Fortschritt .	.	.	.	.	.	.	3.91	.	3.65	.	13	.	27

8. Selbstkosten der maschinellen Bohrarbeit in den Gruben von Ronchamp. (Nach M. Mattey.)

1872	Arbeitslöhne		Maschinenunterhaltung, verschiedener Bedarf an Kohlen, Schmiere, Eisen u. s. w.	Sprengmaterial		Kapseln	Zünder	Unterhaltung der Bohrapparate			Heizung und Bewachung der Betriebsmaschinen			Tägliche Kosten	
	für Häuer	für Handlanger		Pulver	Dynamit			Reparaturen der Bohrer	Unterhaltung der Bohrmaschinen	Reparaturen der Bohrmaschinen	Brennmaterial	Heizerlöhne	Handlangerlöhne	Verdienst des Arbeiters	der Bohrung im Ganzen
	Francs														
Jänner . .	958.50	228.60	418.10	520.00	457.00	16	90.00	175.80	71.75	135.35	440.50	157.25	59.10	5.32	.
Februar . .	2.279.50	143.00	442.90	624.00	795.40	24	101.25	270.45	94.25	473.80	378.05	72.50	54.20	10.00	.
März . . .	4.318.00	150.00	752.45	598.00	1.446.25	36	156.00	270.30	100.75	11.40	498.05	78.75	13.55	17.55	
April . . .	3.228.00	240.00	512.75	390.00	1.398.60	32	90.00	223.65	177.50	993.90	556.70	75.00	53.25	14.90	.
Mai 1/2 . .	1.589.75	137.50	307.05	64.48	793.65	4	32.25	100.65	119.25	140.00	270.00	30.00	15.00	14.98	.
Summe .	12.373.75	898.50	2.433.30	2.776.48	4.890.90	112	469.50	1.040.85	563.50	2.253.85	2.143.30	407.50	175.10	Mittel 12.67	30.538.53
Kosten für einen Meter Fortschritt = 141.34 Frcs.	57.28	4.16	11.26	12.85	22.64	4.52	2.17	4.82	2.60	10.45	9.92	1.88	0.81	.	.
Kosten für 1 Kubikmeter = 28.27 Frcs.	61.44		11.26	38.18				17.85			12.61			.	.

9. Anlagekosten für die maschinelle Bohrung im Schachte Eboulet zu Ronchamp.

	Francs
Dampfmaschine (Umbau alter Maschinen)	7.126.30
Compressoren .	18.576.15
Luftreservoire (Hauptreservoir à 25 Kubikmeter, 3 Reservoirs für Spritzwasser)	5.181.30
Luftleitungen (60 Meter à 0.08 Meter Durchmesser, 300 Meter à 0.05 Meter Durchmesser, 50 Meter à 0.08 Meter Durchmesser) .	10.823.60
Bohrappar. t (8 Bohrmaschinen, Gestelle, Kautschukröhre) .	18.259.50
Bohrer und Werkzeuge	3.560.00
Verschiedenes (Antheil am Schornsteine = 2.922.10 Francs) (Kesselhaus = 2.345.15 „) (Spesen an den Erfinder = 300.00 „) (Monteur = 1.225.25 „)	6.792.50
Summe .	70.299.35

10. Vergleich der maschinellen Bohrung zu Ronchamp mit der Handarbeit daselbst.

(Länge der maschinellen Auffahrung = 216 Meter; jener durch Handbetrieb = 40.0 Meter. In den nachbenannten Kosten sind Verzinsung und Amortisation der Anlage nicht einbezogen.)

System des Betriebes	Mittleres Fortschreiten pro Monat, Meter	Querschnitt des Ortes, Quadratmeter	Ausgaben für Sprengmaterial, Francs	Kosten pro laufenden Meter, Francs	Kosten pro Kubikmeter, Francs	Schichtlohn eines Arbeiters, Francs
Maschinelle Bohrarbeit . . .	48.00	5.00	38.18	141.35	28.27	12.67
Gewöhnliche Bohrarbeit . .	7.00	3.60	12.75	87.00	24.16	4.00

11. Erfahrungen über den Verbrauch und die Kosten der comprimirten Luft bei der Bohrung zu Ronchamp.

Im Monate März 1872 wurden ausgegeben für:	
Schmiermaterial Frcs. 127.00	
Kesselheizer „ 78.75	
Brennmaterial „ 498.50	
Francs	703.50
Volumen der eingetriebenen Luft durch beide Compressoren pro Undrehung Kubikmeter	0.560
Zahl der Umdrehungen pro Minute	15
Praktisch verwerthbares Volumen (= $^3/_4$ des theoretischen) Kubikmeter	0.364
Pressung . Atmosphäre	$4^1/_2$
Wirklich verbrauchtes Volumen der aufgesaugten Luft pro Bohrschicht à 9 Stunden . Kubikmeter	5.896.80
Wirklich verbrauchtes Volumen der aufgesaugten Luft pro Monat Kubikmeter	182.800.00
Erzeugte Luft von $4^1/_2$ Atmosphäre Pressung . Kubikmeter	40.622.00
1 Kubikmeter comprimirter Luft von $4^1/_2$ Atmosphäre Pressung kostete Francs	0.017

12. Resultate verschiedener Gesteinsbohrungen, zusammengestellt von H. G. Nordenström. (Nach Jern-Kontorets An. 1875.)

Arbeitsort	Gestein	Art der Arbeit	Maschinensystem	Zahl der arbeitenden Maschinen	Mittelbohrung pro Stunde: Maschine: pro Maschine (Meter)	Maschine: pro Arbeiter (Meter)	Hand: pro Arbeiter (Meter)
Constanze	Deronkalk	Stollenbetrieb	Sachs	1	0.87	0.43	0.065—0.415
Johannschacht	Kohlenschiefer	Abteufen	„	1	1.52	0.76	0.011
Constantin d. G.	Kohlenschiefer und Sandstein	„	„	1	1.97	0.98	0.22 —0.29
Segen Gottes	Perm. Sandstein	„	„	1	2.24	1.12	0.29
Drybook	Kalkstein	„	Burleigh	1	1.50	0.75	0.062
Quenast	Porphyr	Ortsbetrieb	Dub. & Franç.	4	1.00	—	0.10
Ronchamp	$^4/_5$ Sandstein $^1/_5$ Schiefer	„	„	—	—	0.71	—
Werister	Sandstein und Schiefer	Abteufen	„	2	--	—	0.06 —0.45

13. Monatsfortschritte und Kosten maschineller Bohrarbeit. Zusammengestellt von G. Nordenström. (N. J. K. An. 1875.)

Arbeitsort	Gestein	Arbeitsart	Maschinen-system	Im Monate von 25 Tagen							1 Meter kostet	
				mit Hand		mit Maschinen		Zahl der arbeitenden Maschinen	Effect pro		Mark	
				geteuft	erlängt	geteuft	erlängt		Maschine	Mann	mit Hand	mit Maschinen
				Meter					Meter			
Segen Gottes (Brünn)	Perm. Sandstein	Abteufen	Sachs	4.33	—	10.63	—	1	—	—	—	—
Louiseschacht	Kohlenschiefer und Sandstein	„	Osterkamp	3.25	—	6.9	—	1	—	—	—	—
Drybook	Kalkstein	„	Burleigh	—	—	7.5	—	1	7.58	0.84	—	—
„	„	„	„	4.55	—	—	—	—	—	0.38	—	—
Marihaye	Kohlenschiefer und Sandstein	Ortsbetrieb	Sommeiller	—	—	—	25.50	—	—	—	—	—
„	4/5 Kohlenschiefer, 1/5 Sandstein	„	Dubois & Franç.	—	—	—	45.00	4	11.25	3.75	—	44.05
„	9/10 „ 1/10 „	„	„	—	—	—	38.00	2	19.00	—	—	29.17
„	4/5 „ 1/5 „	„	„	—	—	—	47.50	3	15.83	5.27	—	—
„	5/6 „ 1/6 „	„	„	—	—	—	47.50	3	15.83	5.27	—	—
„	5/6 „ 1/6 „	„	—	—	15.57	—	—	—	—	2.60	—	—
Marie	Kohlenschiefer und Sandstein	„	Dubois & Franç.	—	—	—	45.00	2	22.50	—	—	36.75
„	„ „ „	„	—	—	15.00	—	—	—	—	—	—	39.20
Ronchamp	1/5 Kohlenschiefer, 4/5 Sandstein	„	Dubois & Franç.	—	—	—	51.25	—	—	5.12	—	111.15
„	1/5 „ 4/5 „	„	—	—	5.83	—	—	—	—	—	69.48	—
Anzin	Kohlenschiefer und Sandstein	„	Dubois & Franç.	—	—	—	41.66	—	—	—	—	—
„	„ „ „	„	—	—	10.00	—	—	—	—	—	—	—
St. Gotthard: Jänn. bis April 1873	Gneis-Granit	„	—	—	18.96	—	—	—	—	—	—	—
„ „ Okt. 1873 bis April 1874	„ „	„	Dubois & Franç.	—	—	—	60.92	6	10.15	1.27	—	—
„ „ Juli bis Sept. 1874	„ „	„	Ferroux	—	—	—	89.71	6	14.95	1.87	—	—
Werister	Kohlenschiefer und Sandstein	Abteufen	Dubois & Franç.	—	—	11.63 bis 15.66	—	2	5.81 bis 7.83	1.18 bis 1.56	—	—
„	„ „ „	„	—	7.16	—	—	—	—	—	—	—	—

14. Erfahrungen über den Querschlagsbetrieb auf dem Oppelschachte im Plauen'schen Grunde.

Gestein: Porphyr.

Anfänglich Handbetrieb, später Maschinenbetrieb mit Stossnachnahme durch Hand; anfänglich englische, später Sachs'sche Maschinen; Pelzer'sches Gestelle; Dynamit, elektrische Zündung; Beobachtungsdauer durch mehrere Monate.

Gegenstand	Beim früheren Handbetriebe des Hauptortes durch einheimische Bergleute	Beim combinirten Maschinen- und Handbetriebe	Beim Gegenortsbetriebe mittelst Hand durch Italiener
Ortsdimensionen, Meter . . .	3.4 h., 2.27 br.	3.4 h., 2.27 br.	2.4 h., 2.27 br.
Tägliche Belegschaft, Mann .	9	9–11	9
Gedinge pro laufender Meter, Mark	195	150	165
Sonstige Kosten beim Maschinenbetriebe: Kohlen, Reparatur u. s. w. pro laufenden Meter, Mark	—	18	—
Durchschnittliche Auffahrung pro Tag, Meter	0.3	0.62	0.4
Durchschnittliche tägliche Stundenzahl, während welcher jede der beiden Maschinen in Bewegung war, Stunden . . .	—	4 St. 50 M.	—
Zahl der Bohrlöcher pro Tag:			
mit Hand gebohrt . . .	20	5–10	—
„ Maschine gebohrt . .	—	22–28	—
Durchschnittliche Bohrlochstiefe:			
Handbetrieb, Meter . . .	0.65	0.6	—
Maschinenbetrieb, Meter .	—	0.78	—
Pro Meter Ortsauffahrung entfallen:			
Bohrlöcher	66	46	—
gesammte Bohrlochstiefe, Meter	43	37	—

15. Nach den Erfahrungen von Director Bilharz zu Altenberg

wurden Darlington-Bohrer mit sehr gutem Erfolge in quarziger Grauwacke verwendet. Sachs'sche Maschinen arbeiteten mit 26 Pfund Luftdruck binnen 18 Minuten ein $3 \cdot_5$ Centimeter weites Loch auf 52 Centimeter Tiefe in Kalkstein.

16. Resultate der Maschinenbohrarbeit (nach Pleschutznig) **auf dem Knappenberge in Steiermark.**

Gestein: Glimmerschiefer mit Quarzadern bis $0 \cdot_5$ Meter Stärke; Auffahrung mit einer Sachs'schen Maschine. Täglich 16 Stunden Arbeitszeit in zwei Schichten à zwei Mann.

Ein Bruchschiessen 7 Bohrlöcher = 4 Stunden.

Ein Nachschiessen 8 Bohrlöcher = 4 Stunden.

Ein Currentmeter kostete mit Maschinenbetrieb 36 fl. 84 kr. ö. W., wovon 40% auf Arbeitslöhne, 21% auf Spreng- und Bohrmaterialien, 9% für den Maschinenwärter und die Reparaturen, 27% für die Heizmaterialien und 3% auf Diverse entfallen.

Die Handarbeit kostete pro laufenden Meter 37 fl. 90 kr. ö. W. Der Fortschritt war doppelt so gross, als bei der Handarbeit.

17. Erfahrungen beim Teufen des Trombergschachtes auf der Zeche Johann bei Steele.

Erfahrungsdauer 6 Monate; Auffahrungsteufe $73 \cdot_5$ Meter, also $12 \cdot_{25}$ Meter pro Monat. Sachs'sche Maschinen, $4 \cdot_{48} \times 5 \cdot_{00}$ Meter Querschnitt. Beste steierische Stahlbohrer nach 1 bis $1 \cdot_5$ Tiefe abgestumpft. Eine Maschine hielt längstens 13 bis 22 Schichten ohne Reparatur. Gestein: Sandstein. Verhältniss der Maschinenbohrlöcher zu den angewendeten Handbohrlöchern wie $2 \cdot_{71} : 1$.

Maschinenbohrlöcher erhielten $1 \cdot_2$ Meter Tiefe und 30 bis 46 Millimeter Durchmesser. Dynamit; Zündschnüre.

Belegschaft, Summe = 24 Mann.

Kosten pro $1 \cdot_0$ Meter Teufe exclusive Förderung anfänglich 357 Mark, später 296 Mark.

Wasserzudrang 30 bis 45 Liter pro Minute.

18. Maschinelle Teufung auf dem Schachte Lorchen; Zeche Carolusmagnus bei Berge-Borbeck.

Monatlich nur $9 \cdot_{64}$ Meter Teufung bei $2 \cdot_{52} \times 2 \cdot_{2}$ Meter Querschnitt erzielt.

19. Erbstollen Josephi II. zu Schemnitz.

Dieser bekannte Erbstollen wurde am 19. März 1782 begonnen; seine Länge misst 16.319 Meter; binnen 92 Jahren wurden 14.017 Meter aufgefahren.

Die noch auszuschlagende Strecke zwischen dem Zipser und Amaliaschachte misst 1377 Meter; jene zwischen dem Franz Joseph- und Sigmundschachte 916 Meter. Es wurden auf dem letzteren Streckentheile vier Versuche mittelst Maschinenbetrieb und ein Vergleichsversuch mittelst Handbetrieb bei einem Stollenquerschnitte von 6 Quadratmeter gemacht.

Der Versuch I dauerte vom 23. October 1873 bis 3. December 1873 = $20^2/_3$ Tage; es wurde eine Sachs'sche Maschine auf Steinfort-Gestelle in klüftigem, mittelfestem, wasserreichem Rhyolit verwendet; Dynamit; Handzündung; Ortsstoss $2._6$ Meter hoch, $2 \cdot_1$ Meter breit.

Der Versuch II wurde im September 1874 durch 10 Tage Dauer mit einer Sachs-Maschine in gleichem Gestein, jedoch bei elektrischer Zündung durchgeführt.

Der Versuch III erfolgte mit zwei Sachs-Maschinen auf Richter-Gestelle im Grünstein und dauerte nur $1^2/_3$ Tage.

Der Versuch IV dauerte nur 12 Schichten á 8 Stunden mit zwei Sachs-Maschinen und 17 Schichten mit nur einer Sachs-Maschine; im Ganzen $9^2/_3$ Tage; elektrische Zündung.

Der Versuch V geschah durch 4 ausgesuchte Häuer à 8 Stunden, also 12 Mann pro 24 Stunden. Bei diesem Versuche war das Ergebnis einer Schicht:

Häuer	4	
Löcher	12	
Gesammttiefe . . .	6	Meter
mittlere Tiefe . . .	$0 \cdot_5$	Meter
verbrauchte Bohrer .	12;	

ein Häuer machte pro Minute 32 bis 40 Schläge und erzielte 10·25 Millimeter Fortschritt; eine achtstündige Schicht vertheilte sich 4 Stunden 21 Minuten Bohrzeit, 1 Stunde 37 Minuten Schiessen, 15 Minuten Abräumen, Rest Fördern.

Nummer des Versuches	Zahl der gebohrten Löcher, Stück	Gesammttiefe der Löcher, Meter	Durchschnittliche Bohrlochstiefe, Meter	Verbrauchte Bohrer, Stück	Verbrauchtes Dynamit, Kilogramm	Verbrauchte elektrische Zünder, Stück	Fortschritt vor Ort, Meter
I	459	184	0.4	—	—	—	14
II	—	—	—	—	—	—	10
III	45	31.2	0.7	10	11.83	45	1.58
IV	368	247.5	0.67	68	103.8	381	14.2
V	133	67.8	0.50	133	21.75	—	3.5

20. Erfahrungen über Specialleistungen verschiedener Maschinen.

Nach den „Technischen Blättern“ wurden unter gleichen Verhältnissen in Mechernich pro Minute abgebohrt:

mit der Maschine Sachs $5^1/_2$ Zoll (?)
„ „ „ Döring 4 „ (?)
„ „ „ Osterkamp 2 „ (?)

Nach officiellen Berichten vom St. Gotthard-Tunnel wurden bei $5^1/_2$ Atmosphärendruck und 35 Millimeter Durchmesser in granitischem Gneis pro Minute abgebohrt:

mit Ferroux 4·01 Centimeter
„ Mac-Kean 3·56 „
„ Dubois & François 2.60 „
„ Sommeiller 2·12 „

Die Hauptergebnisse dieser Versuche sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Im Durchschnitte										
pro Tag					pro Bohrmaschine					
Gebohrte Löcher, Stück	Gesammttiefe, Meter	Verbrauchte Bohrer, Stück	Verbrauchter Dynamit, Kilogramm	Fortschritt vor Ort, Meter	Gebohrte Löcher, Stück	Gesammttiefe, Meter	Verbrauchte Bohrer, Stück	Verbrauchter Dynamit, Kilogramm	Verbrauchte elektrische Zünder, Stück	Fortschritt vor Ort, Meter
22.2	8.8	—	—	0.67	22.2	8.8	—	—	—	0.67
—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
27	18.8	6	7.15	0.95	13.5	9.4	3	3.57	13.5	0.47
38	25.5	7	10.75	1.47	27	18.1	5	7.6	27.8	1.03
33¼	16.95	33¼	5.44	0.87	—	—	—	—	—	—

21. Amerikanische Versuche im Harlem-Tunnel mit den Systemen Burleigh und Ingersoll.

Hartes Gestein 50.8 Millimeter Durchmesser	Ingersoll	Burleigh
Eine Maschine erzielte in Summa pro Tag Bohrlochstiefe, Meter	12.192	10.058
Lochtiefe pro Minute, Millimeter	349	139.7
Spannung, Kilogramm pro Quadratcentimeter	3.3	3.87

22. Resultate mit Mac-Kean'schen Bohrmaschinen.

Im Versuchsstollen unter dem Severn von 2·1 Meter × 2·1 Meter Querschnitt wurden im Jänner 1875 wöchentlich 13 bis 16 Meter Fortschritt erzielt.

23. Versuche in Příbram.

Diese Versuche sind mit Vorsicht aufzunehmen, da sie nur von ganz kurzer Dauer waren.

Gestein: schwer spaltbarer Diorit; Maschinen: Burleigh und Sachs; Spannung 4 Atmosphären; elektrische Zündung.

Gegenstand	Burleigh	Sachs	pro 1 Kubikklafter Aushöhlung		
			Burleigh	Sachs	Handarbeit
a) Allgemeine Beobachtungen.					
Ausgebauener Raum, Kubikklafter	1.25	0.50	1	1	1
Zahl der Bohrlöcher, Stück	7	4	6	6	55
Tiefe der Bohrlöcher, Decimalzoll	335	134	268	268	900
Fester Besatz, Decimalzoll	145	60	—	—	—
Ganze Bohrdauer in dreimännischen achtständigen Schichten	2	2	$1\frac{1}{2}$	$3\frac{3}{4}$	$12\frac{1}{2}$
Effective Bohrdauer, Minuten	450	450	360	900	3.000
Eindringen des Bohrers pro Minute effectiver Bohrzeit, Decimalzoll	0.73	0.31	—	—	0.3
Verschlagene Bohrer, Stück	24	10	19	19	170
Verbrauch an Stahl, Pfund	0.1	0.07	0.08	0.08	1.4
„ „ Rüböl, Pfund	1.0	1.0	$\frac{3}{4}$	$1\frac{3}{4}$	—
„ „ Dynamit, Pfund	3.5	1.5	$2\frac{3}{4}$	$2\frac{3}{4}$	—
„ „ Pulver, Pfund	—	—	—	—	9
„ „ Kapseln und Drähte, Stück	7	4	6	6	—
„ „ Kohle, Centner	16	16	12	30	—
„ „ Schmiere:					
a) Unschlitt, Pfund	0.25	0.25	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{2}$	—
b) Baumöl, „	1.00	1.0	$\frac{3}{4}$	2	—
Häuerschichten	6.0	6	$4\frac{1}{2}$	$11\frac{1}{4}$	$37\frac{1}{2}$
Maschinenwärterschichten	2.0	2	$1\frac{1}{2}$	$3\frac{3}{4}$	—
Heizerschichten	2.0	2	$1\frac{1}{2}$	$3\frac{3}{4}$	—

Gegenstand	Burleigh	Sachs	pro 1 Kubikklafter Aushöhlung: Burleigh	Sachs	Handarbeit
	Gulden österr. Währung				
b) Kosten.					
Instandhaltung des Gezähes	0.96	0.40	0.76	0.76	1.50
Rüböl à 30 kr. pro Pfund	0.30	0.30	0.22	0.53	1.87
Dynamit à 1 fl. 35 kr. pro Pfund . .	4.55	2.02	3.64	3.64	—
Pulver à 41 kr. pro Pfund	—	—	—	—	3.69
Kapseln und Draht	0.10	0.06	0.08	0.08	—
Kohle à 60 kr. pro Centner	9.60	9.60	7.20	18	—
Unschlitt à 35 kr. pro Pfund	0.08	0.08	0.06	0.17	—
Baumöl à 34 kr. pro Pfund	0.34	0.34	0.25	0.68	—
Häuer à 1 fl. pro Schicht	6	6	4.50	11.25	37.50
Maschinenwärter à 80 kr. pro Schicht	1.60	1.60	1.20	3.00	—
Heizer à 50 kr. pro Schicht	1	1	0.75	1.87	—
Verzinsung und Amortisation der Anlage und der Bohrmaschine (?) .	2.80	2.80	2.10	5.25	—
Summe .	27.33	24.20	20.76	45.28	44.56

24. Leistungen der Dubois- & François-Maschinen nach Ing. Daschelet.

Ort	Profil, Meter	Arbeitsdauer, Tage	Totale Vorrückung	Hiervon: Schiefer	Hiervon: Sandstein	Fortschritt pro Tag	Totalkosten inclusive Amortisation	Accordpreis pro Currentmeter: im Schiefer	Accordpreis pro Currentmeter: im Sandstein	Durchschnittspreis pro Meter
			Meter				Francs			
Schacht Marine in Seraing:										
a) mit Hand . . .	2 × 1.60	152	100	78	22	0.60	4.909	35	78	49
b) 1 Wagen, 2 Maschinen	2 × 1.60	56	100	81	19	1.80	4.602	30	60	46

Ort	Profil, Meter	Arbeitsdauer, Tage	Totale Vorrückung	Hiervon Schiefer	Hiervon Sandstein	Fortschritt pro Tag	Totalkosten inclusive Amortisation	Accordpreis im Schiefer	Accordpreis im Sandstein	Durchschnittspreis pro Meter
			Meter	Meter	Meter		Francs	Francs pro Currentmeter	Francs pro Currentmeter	
Schacht Pierre-Denis in Marihaye:										
a) 1 Wagen, 2 Maschinen	1.80×1.60	117	177	160	17	1.60	6.486	—	—	36
b) 1 Wagen, 4 Maschinen	2.20×2.20	153	246	198	48	1.60	12.988	—	—	53
Schacht Eboulet in Ronchamp:										
1 Wagen, 4 Maschinen	2.30×2.25	122	216	83	133	1.77	30.456	—	—	141
Schacht Havelny in Anzin:										
a) mit Hand . . .	2.40×2.20	300	120	—	—	0.40	—	60	110—160	—
b) 1 Wagen, 4 Maschinen	2.40×2.20	300	500	—	—	1.60	—	45	85—125	—

25. Erfahrungen auf der Grube Duttweiler bei Saarbrücken.

Auf dieser Grube wird seit dem Frühjahre 1874 mit Sachs'schen Maschinen im Conglomerate, Schiefer und Sandstein gearbeitet. Die officiell veröffentlichten Erfahrungsresultate der durchschnittlich monatlich erzielten Schachtteufungen sind in der nachfolgenden Tabelle enthalten und desshalb von Interesse, weil sie mit Handarbeit in Vergleich gestellt sind.

Wegen des geringen Fortschrittes des Maschinenbohrens wurde auf Schacht I wieder Handbetrieb eingeführt.

Methode des Schachtteufens	Schacht Nr. I		Schacht Nr. II		Zusammen	
	Sandstein und Schiefer	Conglomerat	Sandstein und Schiefer	Conglomerat	Schacht Nr. I	Schacht Nr. II
	Meter					
A. Handbohrbetrieb und gewöhnliche Schiessmethode: Juni 1872 bis April 1873 im Durchschnitte pro Monat	6.92	2.88	6.05	3.50	9.80	9.55
B. Handbohrung und elektrische Zündung: April 1873 bis April 1874 im Durchschnitte pro Monat . . .	8.91	3.57	8.32	4.25	12.48	12.57
C. Maschinenbohrarbeit und elektrische Zündung: April 1874 bis October 1874 im Durchschnitte pro Monat .	8.34	4.75	9.28	3.82	13.09	13.10

26. Erfahrungen in Schweden.

Parallelversuche zwischen der Schuhmann'schen und der Bergström'schen Maschine ergaben für erstere pro $1^3/_4$ Fuss Lochteufe 85 Minuten Zeit, bei der letzteren für 2 Fuss Lochteufe 35 Minuten Zeit.

Die erstere Maschine bohrte täglich 15 Fuss, die letztere 22 Fuss Bohrloch; ein laufender Fuss Streckenauffahrung kostete beim Handbohren $18 \cdot_9$ Thaler, beim Maschinenbohren mittelst Bergström'scher Maschine $14 \cdot_8$ Thaler, letzteres jedoch ohne Verzinsung und Amortisation der Anlage.

27. Vergleichsversuche zwischen Sachs, Döring und Osterkamp.

(Nach Angström.)

	Sachs bei 1½ Atm. Ueberdr.					Döring bei 2½ Atm. Ueberdr.					Osterkamp bis 2 Atm. Ueberdruck				
	Fester Marmor vom Neanderthal	Lava von Nieder-Mending	Kohlensandstein	Quarzige Grauwacke	Eisenspat mit Bleiglanz	Fester Marmor vom Neanderthal	Lava von Nieder-Mending	Kohlensandstein	Quarzige Grauwacke	Eisenspat mit Bleiglanz	Fester Marmor vom Neanderthal	Lava von Nieder-Mending	Kohlensandstein	Quarzige Grauwacke	Eisenspat mit Bleiglanz
Eindringen des Bohrers in 1 Minute, effective Bohrzeit, Millim.	30	83	72	43	30	17	33	32	24	17	15	31	24	21	16
Mittelwerth, „			53					25					21		
Luftverbrauch pro Minute, Kubikm.	0·2	0·26	0·3	0·21	0·2	0·31	0·31	0·28	0·29	0·25	0·25	0·2	0·23	0·25	0·25
Mittelwerth, Kbm.			0·23					0·29					0·24		
Nöthige theoretische Kraft zur Herstellung der comprim. Luft in Pferden	1·1	1·5	1·7	1·0	1·2	3·2	3·2	3·0	3·0	2·0	2·0	1·6	1·8	2·0	2·0
Mittelwerth .			1·3					3·0					1·9		
Nöthige theoretische Kraft zum Bohren von 100 Millimeter pro Minute, Pferde .	3·8	1·8	2·4	2·1	3·9	18·9	9·8	9·1	12·6	15·3	13·5	5·1	7·9	9·8	12·9
Mittelwerth .			2·8					13·1					9·8		
Verhältniss zwischen den Kräften für denselben Effect			1·0					4·7					3·5		

28. Querschlagbetrieb auf Carolus-Magnus.

Derselbe betrug bei 2·52 × 2·20 Meter Querschnitt im Maximum pro Monat während der Betriebszeit vom Mai 1873 bis April 1875: 18 Meter im Schiefer und Kohle, 13 Meter im sandigen Schiefer, 8 Meter in sehr festem Sandstein. Diese Leistungen, in Vergleich mit Handarbeit gestellt, sind sehr gering, denn der 2·4 Meter zu 2·2 Meter haltende Querschlag auf Grube Duttweiler ergab bei Handbetrieb an verschiedenen Punkten im Monate December 1875 eine

Leistung von $16{\cdot}_2$ Meter im Schieferthon, $13{\cdot}_0$ im Sandstein und $7{\cdot}_5$ Meter im Conglomerat.

29. Querschlag auf der Grube Gonley im Wurmreviere.

Sachs'sche Maschinen in $2{\cdot}_1$ Meter zu $2{\cdot}_1$ Meter Querschnitt. Vom 1. Juni bis Ende November 1872 wurden $55{\cdot}_5$ Meter aufgefahren, also pro Monat $9{\cdot}_{25}$ Meter. Die Gesammtkosten haben pro laufenden Meter betragen:

Arbeitslohn	$13{\cdot}_2$	Thaler
Maschinenreparatur	$1{\cdot}_0$	„
Verzinsung und Amortisation (?)	$0{\cdot}_{99}$	„
Kosten der comprimirten Luft	$0{\cdot}_{49}$	„
Summe .	$15{\cdot}_{68}$	„

30. Erfahrungen über die Burleighmaschine. (Nach Julius Mahler.)

a) Die directe Leistung der Maschine beträgt pro 10 Arbeitsstunden:

In weichem Steine (Sandstein, weicher Kalkschiefer) 38 Meter Bohrlochtiefe, in mittelhartem Steine (fester Sand- und Kalkstein) 32 Meter Bohrlochtiefe, in hartem Steine (Granit, sehr fester Dolomit) 29 Meter Bohrlochtiefe, in sehr hartem Steine (sehr fester Gneis, Kieselschiefer) 22 Meter Bohrlochtiefe.

b) Der Vergleich mit Handarbeit ergibt Folgendes:

Feinkörniges Kalkconglomerat: Maschine in $13^1/_2$ Minuten = 156 Centimeter, drei Handarbeiter in $13^1/_2$ Minuten = 19 Centimeter.

Fester Camoisit: Maschine in $3^1/_2$ Minuten = 42 Centimeter, ein Arbeiter pro 12 Stunden = 3 Löcher à 42 Centimeter.

Kieselschiefer mit Quarzit: Maschine pro Minute = 37 bis 64 Centimeter, zwei Arbeiter in zwei Stunden = 32 Centimeter.

c) Im Hoosactunnel wurden seit 1869 mit acht Burleighmaschinen 4774 Meter Richtstollen durch quarzigen Gneis aufgefahren; auf jeder Seite arbeiteten vier Maschinen mit 50 bis 60 Pfund Druck. Der Fortschritt mit Handarbeit betrug 49 Fuss,

jener mit den Maschinen 150 Fuss pro Monat, und soll (?) die maschinelle Bohrung um ein Drittel billiger gewesen sein.

Nach einem Berichte von Schanley ddo. 30. September 1873 hat eine einzelne Burleigh'sche Maschine (Nr. 15) unausgesetzt vom 17. Juni bis 30. August 1873 ohne Reparatur gearbeitet und 5322 Fuss Lochtiefe von $1^7/_8$ Zoll Durchmesser abgebohrt.

d) Nach dem „Scientific American“ vom Jänner 1874 wurden bei Hall-Gate Burleigh'sche Maschinen mit dem Diamantbohrer in Concurrenz gesetzt; der letztere lieferte nach einem viermonatlichen Durchschnitte 14·4 Fuss Bohrlochtiefe pro achtstündige Schicht zu 1 Dollar 16 Cent pro laufenden Fuss; die Burleigh'sche Maschine leistete 26 Fuss à 43 Cents.

e) Auf dem Jakobschachte zu Ostrau wurden nach dem Berichte des Ingenieur Meyer im Querschlage von 7 Fuss zu 7 Fuss folgende Resultate erzielt:

Querschlag 7' × 7' durch mittelfesten Sandstein	laufende Klafter	pro laufende Klafter		8stündige Häuerschichten pro laufende Klafter
		fl.	kr.	
α) Handarbeit.				
Durchschnitt aus dem Jahre 1873 pro Monat	4.5	—	—	32
December 1873	4.0	68	98	38
Jänner 1874	7.0	65	26	37
Februar 1874	6.1	65	25	28
β) Maschinenbohrung. (Mit 1 bis 2 Maschinen.)				
März 1874	8.5	72	29	24
April 1874	12.3	56	—	20
Juni 1874	10.2	33	50	13

Bemerkung. In diesen letzteren Preisen sind jedoch nur die Häuerschichten einbegriffen, die Erzeugung der comprimirten Luft, sowie die Verzinsung und Amortisation müsste noch zugerechnet werden; Meyer schätzt dieselben zu 6 fl. pro laufende Klafter.

f) Beim Schachtteufen von 8 Fuss zu 18 Fuss im äusserst festen Sandsteine in Ostrau wurden pro Monat bei Handbetrieb 1·4 bis 1·7 Klafter erzielt; die Burleigh'schen Maschinen leisteten im Monate Juli 1874 2·7 Klafter, im August schon 3·3 Klafter.

31. Wir können diese Erfahrungen über Bohrmaschinenbetrieb nicht beschliessen, ohne auf den vorzüglichen Aufsatz von Beuther über Gesteinsbohrmaschinen hinzuweisen („Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure". 1876, pag 174), welcher sich über den national-ökonomischen Werth der maschinellen Bohrarbeit und der technischen Beurtheilung der letzteren in höchst anziehender Weise ergeht und mit der Behauptung schliesst, dass die Maschinenbohrung im Bergbaue volle Berechtigung hat, jedoch mühelos nicht eingeführt werden kann und auch ihrer Zeit zur Ausbildung bedarf.

§. 6. Conclusionen.

Nach dieser Revue über die diversen, hauptsächlichsten Bohrmaschinensysteme und die veröffentlichten ziffermässigen Erfahrungssätze gelangen wir zu folgenden Conclusionen:

1. Die Gesteinsbohrmaschinenarbeit ist in lebhaftem Aufschwunge begriffen.

2. Das Percussionssystem ist am ausgebildetsten; die Ausbildung des Rotations- und Schabesystemes greift mächtig um sich.

3. Die Anwendung der maschinellen Bohrarbeit ist bei langen Tunnels und Strecken heute, wo die Civilisation der Menschheit mit dem Factor Zeit besonders rechnen muss, schon zur Unentbehrlichkeit geworden.

4. Die Zeitersparniss gegenüber der Handarbeit kann heute in jenen Fällen, wo es sich um Forçirung handelt, schon auf mehr als das Fünffache geschätzt werden.

5. In Fällen der Forçirung ist es geboten, mit wenigstens sechs Maschinen vor dem Stollenorte zu arbeiten und weniger auf die Vollwirkung des einzelnen Schusses, also auf dessen Sprengstellung zu achten, als auf die siebartige Durchhörterung des Ortsstosses.

6. Wo der Erzeugungspreis der Lösung einer kubischen Einheit Gesteinsmasse den Forçirungspreis überbietet, also bei Aus-

weitungen, Einschnitten, Steinbrucharbeiten und den gewöhnlichen Sprengarbeiten im Bergbaue, muss die Bohrlochsstellung noch im Auge behalten werden; hier tritt also die Einzelmaschine zur mehreren Geltung hervor.

7. Die maschinelle Bohrarbeit ist heute noch Monopol Einzelner; ihre Einführung im Allgemeinen, wie erfreulich sie auch fortschreitet, kann nur durch Mühe und Zeit erreicht werden; das Lehrgeld, welches der Einzelne noch zu zahlen hat, ist aber ein Beitrag zum allgemeinen civilisatorischen Fortschritte, und die Höhe dieser Beitragsleistung wird nicht verringert durch die Illusion, welche man, wie Beuther ganz richtig bemerkt, mit jeder erworbenen Bohrmaschine mit in den Kauf nimmt.

8. Eine solche Beitragsleistung des Einzelnen ist in ihrer Eigenschaft eine Forderung der Zeit, aber immer eine productive Ausgabe und ein Escomptirungswerth.

9. Der Bergbau in seiner Eigenschaft einer fortdauernden Arbeit ist besonders berufen, das finanzielle Moment der maschinellen Gesteinsbohrarbeit zu cultiviren, zumal ihm Generalanlagen, Ueberschüsse von Motoren und die Stabilität des Vorhandenseins der Maschineningenieure zu Gute kommen.

10. Bei der streng sachlichen Beurtheilung der besten Bohrmaschinensysteme gelangen wir zu folgendem Resultate:

a) Der Vorzug der Maschine in der absoluten Schnelligkeit der Lochherstellung ist bei den neueren sesshaft gewordenen Maschinen ziemlich gleichwerthig; ihm, wie dem Factor des Luftverbrauches, gebührt weniger das Moment des Vorzuges, wie dem Momente der Reparaturkosten, respective der Haltbarkeit der Maschine.

b) Maschinen also mit vielen subtilen Details treten in den Hintergrund.

c) Die Dauerhaftigkeit der Percussionsmaschine und die Hemmung ihrer Viberationen ist an die Stabilität des Gestelles und bei Festhaltung eines Universalgelenkes an das Gewicht geknüpft; zu forçirende Bohrarbeit erheischt also schwereres Gestelle und schwerere Maschinen, wie Einzelbohrarbeit.

11. Es kann mit aller Sicherheit geschlossen werden, dass schon das nächste Jahrzehnt wesentliche Errungenschaften in der

Bohrmaschinenarbeit, beziehen sich dieselben nun auf die Sichtung der Systeme, auf die Concentration des einfachsten Systemes und auf die Verallgemeinerung der Bohrarbeit, hier also auf die finanzielle Nutzbarkeit derselben, bringen muss.

12. Wir befinden uns nämlich mit der Gesteinsbohrarbeit nur in einem jener historischen Uebergangsstadien, welche überall auftreten in dem Aufbaue menschlichen Wissens und Könnens, welche sich insbesondere bei der bergmännischen Sprengarbeit kennzeichnen und welche ihren Impuls durch den unabweisbaren Drang der Zeit erlangen: die Muskelkraft durch die Maschinenkraft zu ersetzen.

IV. Capitel.

Zimmerung und Mauerung.

Die gewöhnliche bergmännische Zimmerung, also der Holzausbau vor der Einfügung der Mauerung, demnach die Charakteristik der Holzbausysteme, welch' letztere, wie wir schon oben geschildert haben, Anlass zu den divergirendsten Meinungen der Ingenieure sind, sowie die Mauerung der Tunnel, war auf der Ausstellung durch drei Objecte vertreten:

1. Zimmerung und Mauerung im Summittunnel der Centralpacificbahn.

Ausgestellt von Wilson und Pettit (amerikanische Abtheilung.)

Die betreffenden Zeichnungen erwiesen die für uns Oesterreicher sehr interessante Thatsache der Anwendung des österreichischen Systemes bei diesem Bauwerke in Amerika.

Es war die österreichische Sparrenzimmerung verzeichnet, bestehend aus Kappe und zwei Sparren, dann einer, zwischen die Ulmen verspreizten und wiederum durch ein Sprengwerk unterstützten Mittelschwelle, welche den Träger der Kappenstempel und der Sparrenstreben abgab. Die Zimmerung repräsentirte also ganz einfach dieselbe bekannte Manier der Auszimmerung des Oberauer Tunnels in Sachsen.

Die Mauerung besteht zumeist aus einem eingefügten Kappensegmente, also Wölbung ohne Widerlager.

2. Herstellung des Wasserleitungstunnels zu Paris.

Ausgestellt von der Stadt Paris, Direction der Wasserleitung und der Canäle. (Französische Abtheilung.)

Verschiedene Quer- und Längenschnitte brachten das Bauverfahren zur Anschauung, welches bei diesem Tunnel im Sande von Fontainebleau angewendet wurde.

Fig. 46.

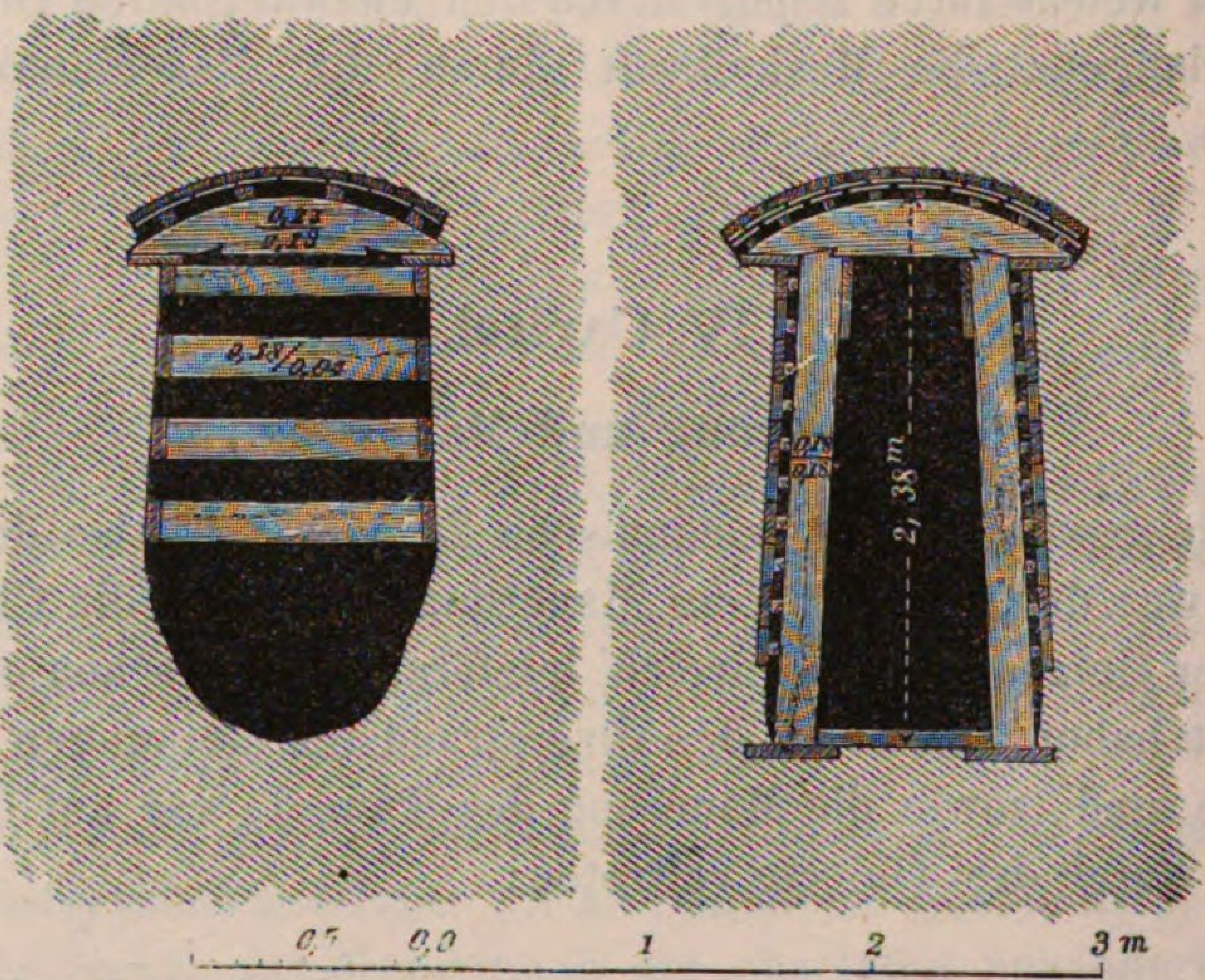
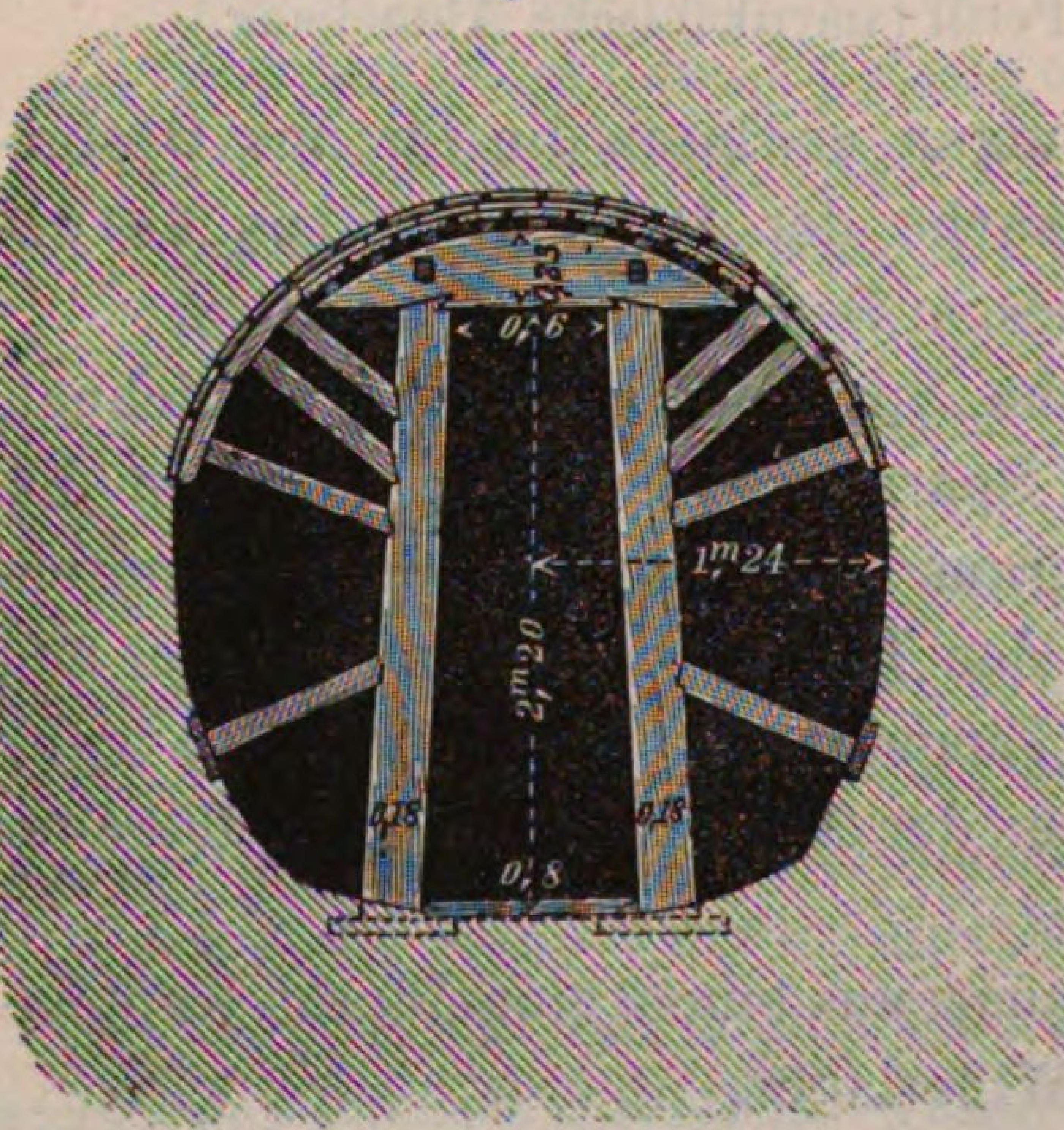


Fig. 47.



Figur 46 zeigt den ersten Einschnitt in das Gebirge; Figur 47 die volle Ausweitung; Figur 48 zeigt die Wölbung der Sohle und der Widerlager; endlich Figur 49 die Einwölbung der Firste.

Die Holzrahmen standen in 2·0 Meter Entfernung und waren unter sich durch eine Längenverbindung gekuppelt, welche, wie es in Frankreich üblich ist, ihre Befestigung durch Annagelung erhielt.

Fig. 48.

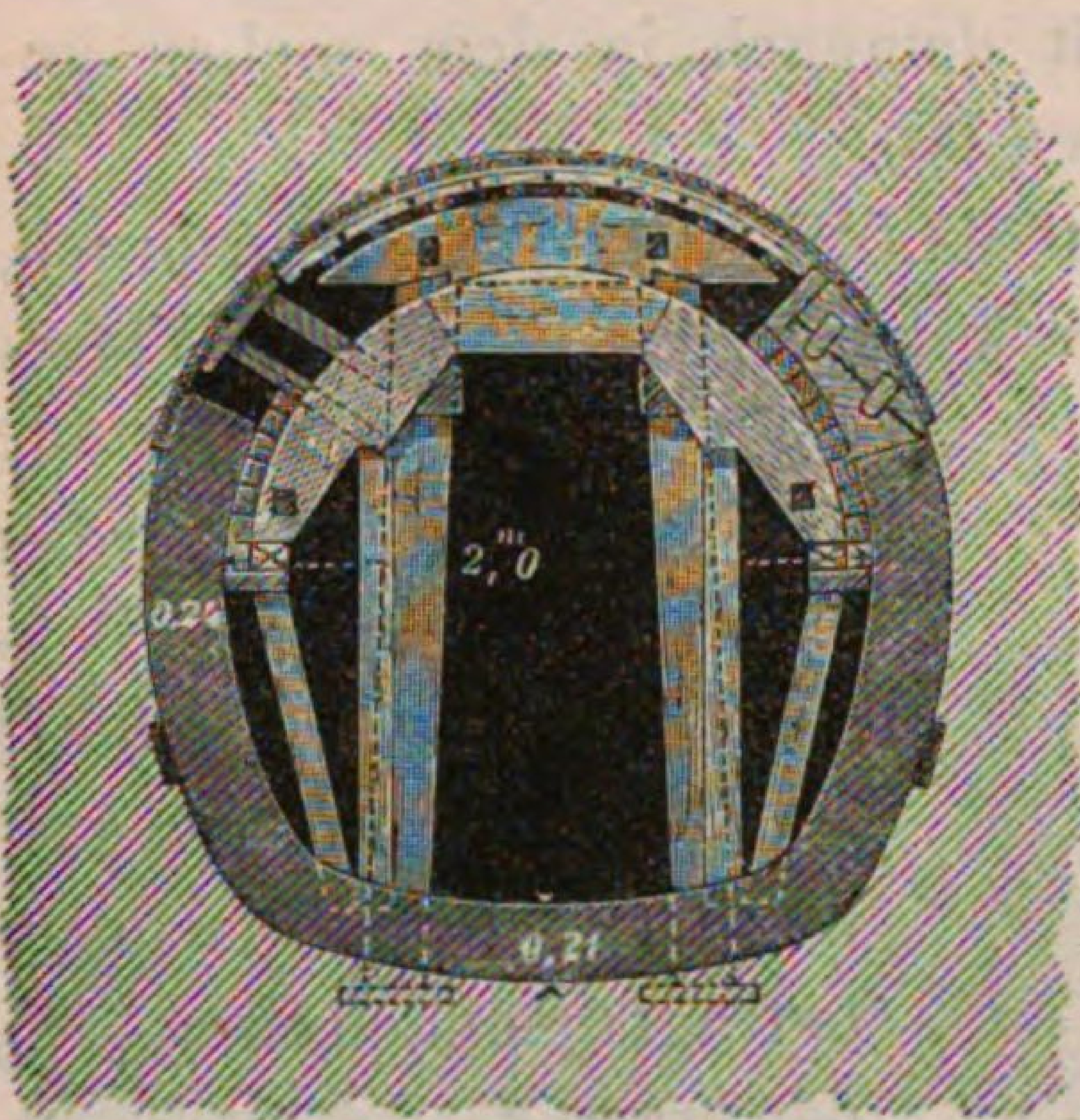
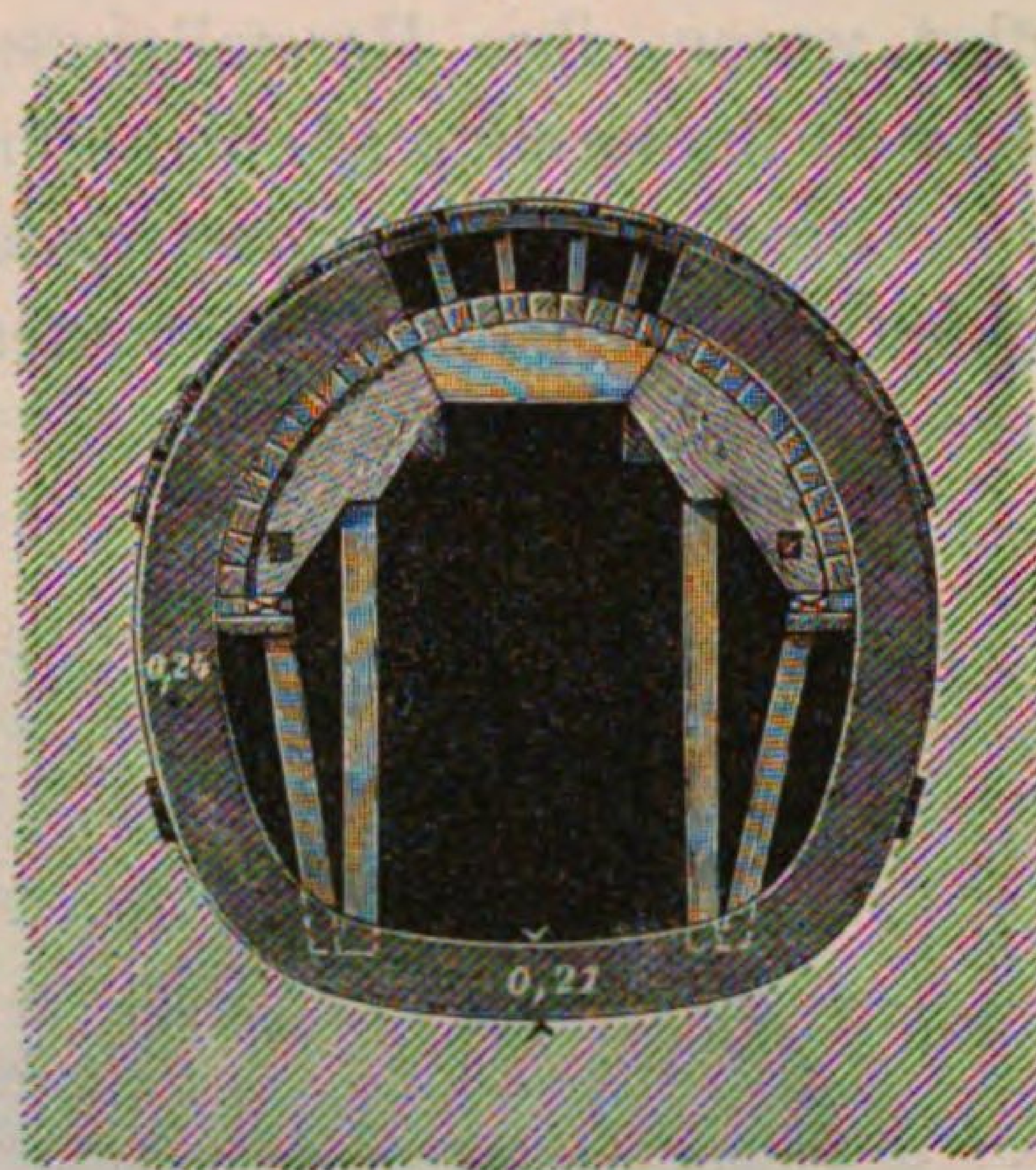


Fig. 49.



Die Mauerung hat im Sohlengewölbe $0{\cdot}_{21}$ Meter, im Widerlager $0{\cdot}_{24}$ Meter und im Scheitel $0{\cdot}_{21}$ Meter Stärke.

Das Lichtprofil hat $2{\cdot}_{0}$ Meter Breite und $2{\cdot}_{0}$ Meter Höhe.

3. Königliche Direction der Bergisch-Märkischen Eisenbahngesellschaft zu Elberfeld. (Deutscher Pavillon, Gruppe XVIII.) **Tunnel zu Reinartzkehl nächst Aachen.**

Die Direction der Bergisch-Märkischen Eisenbahn hat zur Hebung der Tunnelbaukunst in Deutschland bekanntermassen ausserordentlich viel beigetragen und ist zu diesen bedeutenden fachlichen Leistungen durch den Umstand veranlasst worden, dass auf ihrem, zur Zeit der Ausstellung schon 100 Kilometer Länge messenden Eisenbahnnetze 25 Tunnel in einer Gesammtlänge von 12.100 Meter vorkommen.

Eines der bedeutendsten Tunnelbauwerke ist der 870 Meter unterhalb der belgisch-preussischen Grenze liegende Reinartzkehler Tunnel, welcher durch mehligen Kreidesand bei einer Bergeshöhe von 230 Fuss über der Tunnelsohle (unter der Oberleitung des geheimen Baurathes Pichier) hergestellt wurde.

Die Ausführung dieses Baues binnen einem Jahre ist in Rücksicht auf die vorhanden gewesene, höchst schwierige Gebirgsbeschaffenheit als eine ungemein rasche zu bezeichnen und wurde durch einen Sohlenstollen und vier Schächte forçirt, welche Bauten

vor der Uebergabe an den Unternehmer nahezu vollständig ausgeführt waren, ihre Herstellungszeit demnach in dem soeben genannten Bautermine nicht enthalten ist.

Die Gesammtleistung umfasst 64.525 Kubikmeter Ausbruch, 19.580 Kubikmeter Ziegelmauerwerk zur Sohle, zu dem Widerlager und dem Gewölbe.

Fig. 50.

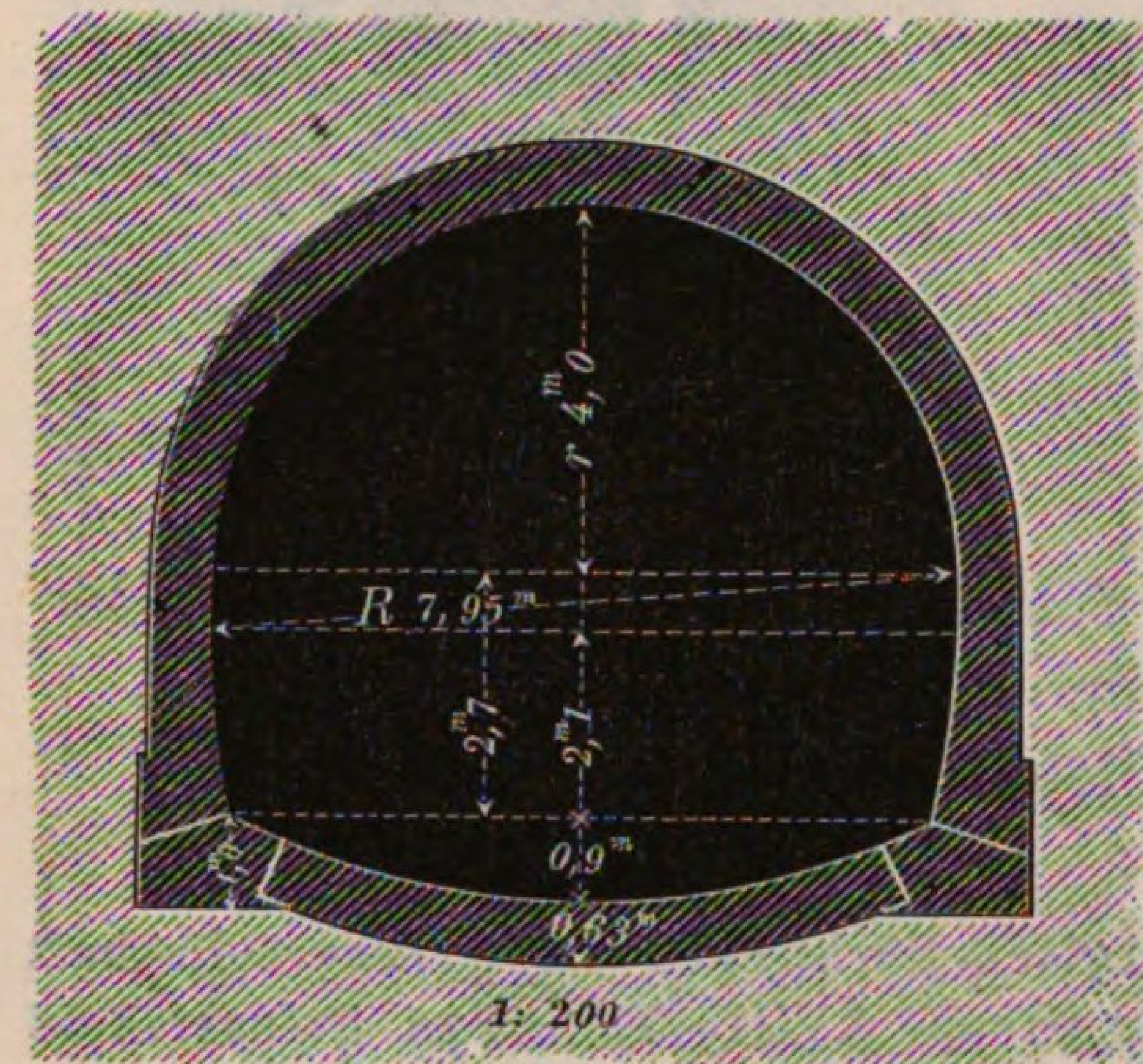
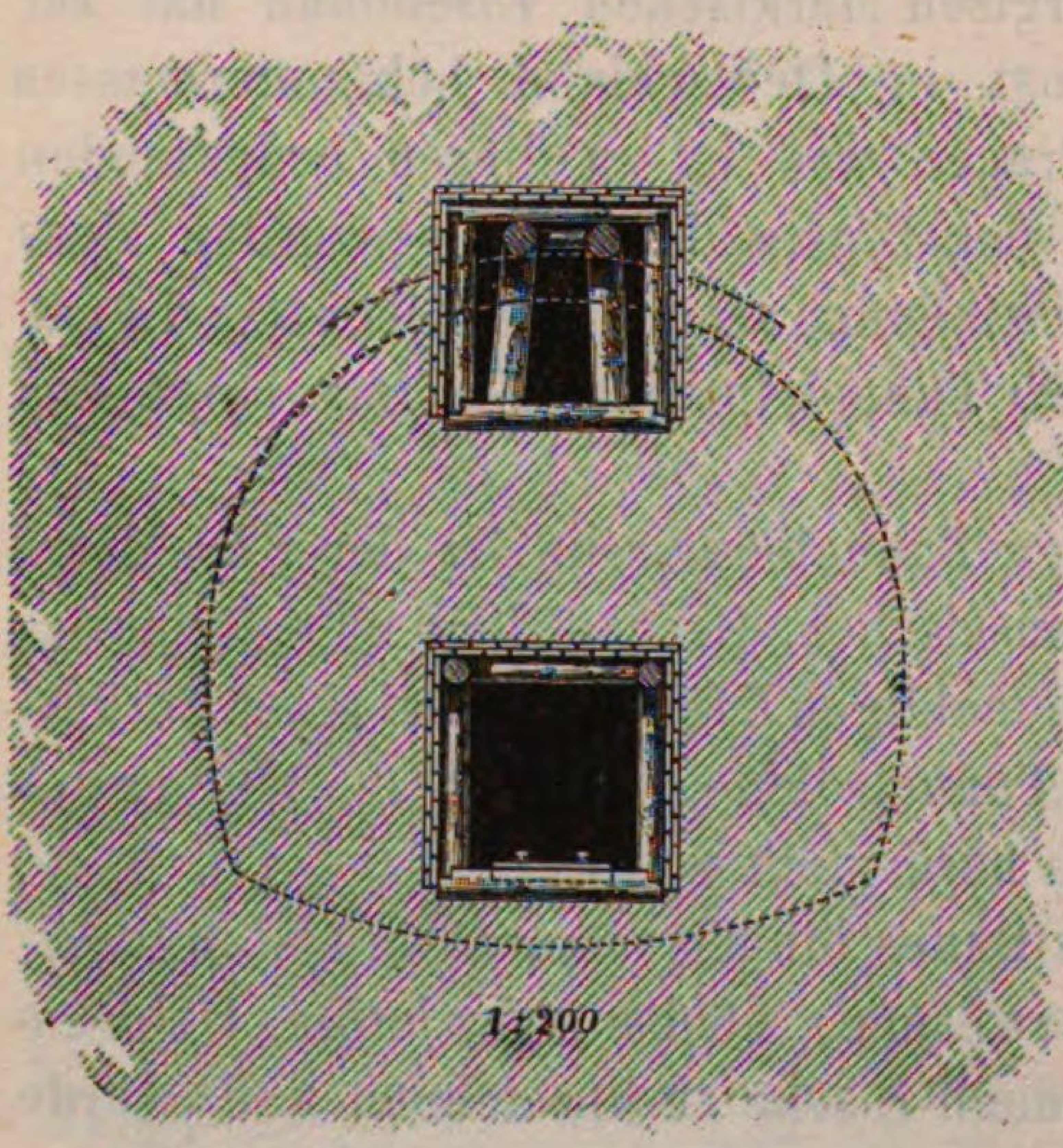


Fig. 51.



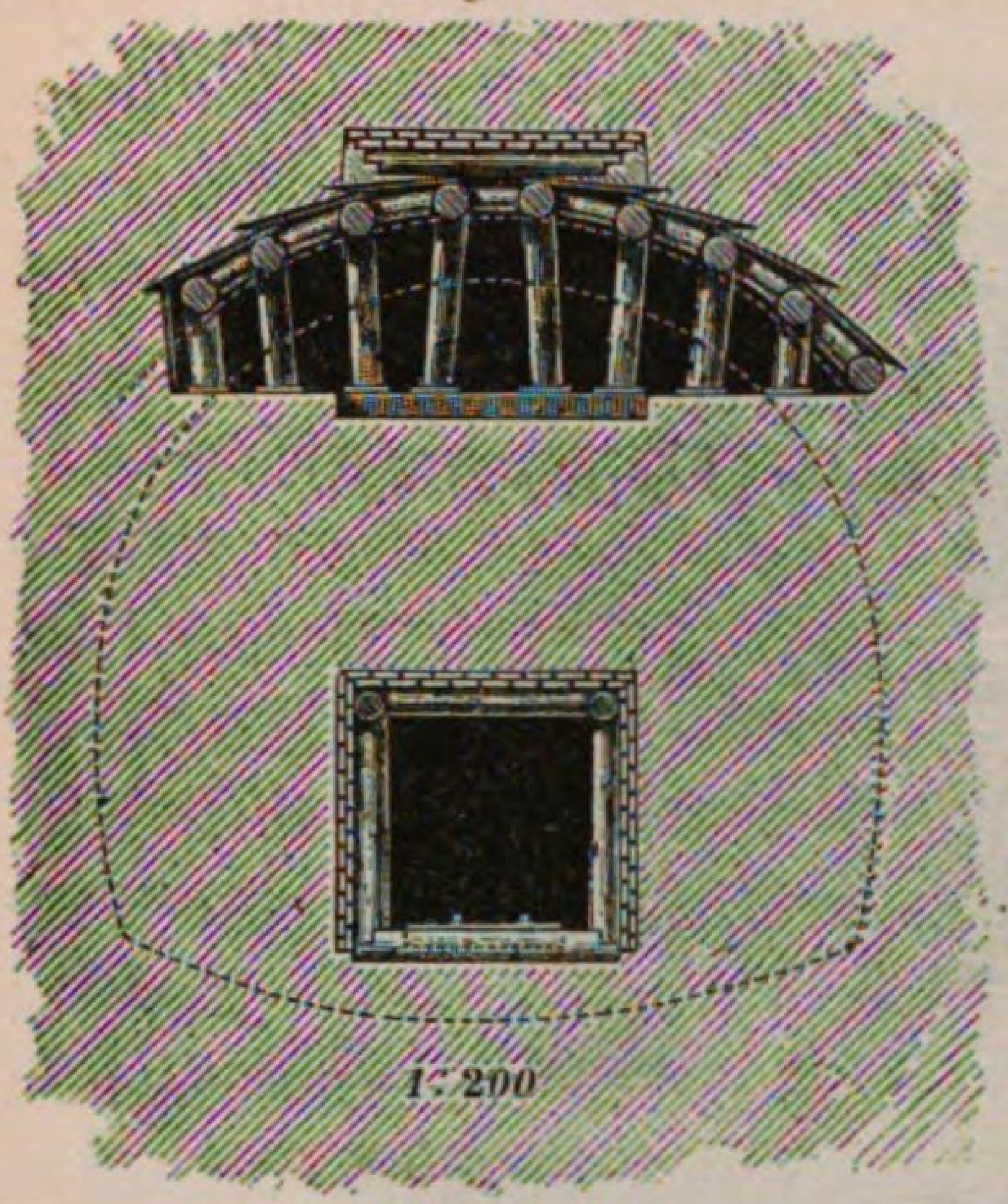
Zur Rüstung wurden 43.500 Quadratmeter Bohlen (Pfahlwerk) und 3800 Kubikmeter Rundholz verwendet; der Holzeinbau beträgt demnach circa 17% oder rund $^1/_6$ des ausgebrochenen Raumes.

Die Specialleitung des Baues unterstand dem Bauinspector Uthemann und dem Baumeister Schwartz; die Ausführung war dem Unternehmer Voss, respective dessen Ingenieuren Wagner und Heisterhagen anvertraut.

Die technische Durchführung ist durch die beistehenden sechs Querprofile (Figuren 50 bis 55), sowie durch den Längenschnitt (Figur 56) erläutert.

Diese Querprofile stellen das gegenwärtig in Preussen vielfach angewendete Zimmerungssystem dar, welches in der Anwendung von englischen Jochen und Centralstreben besteht, welche

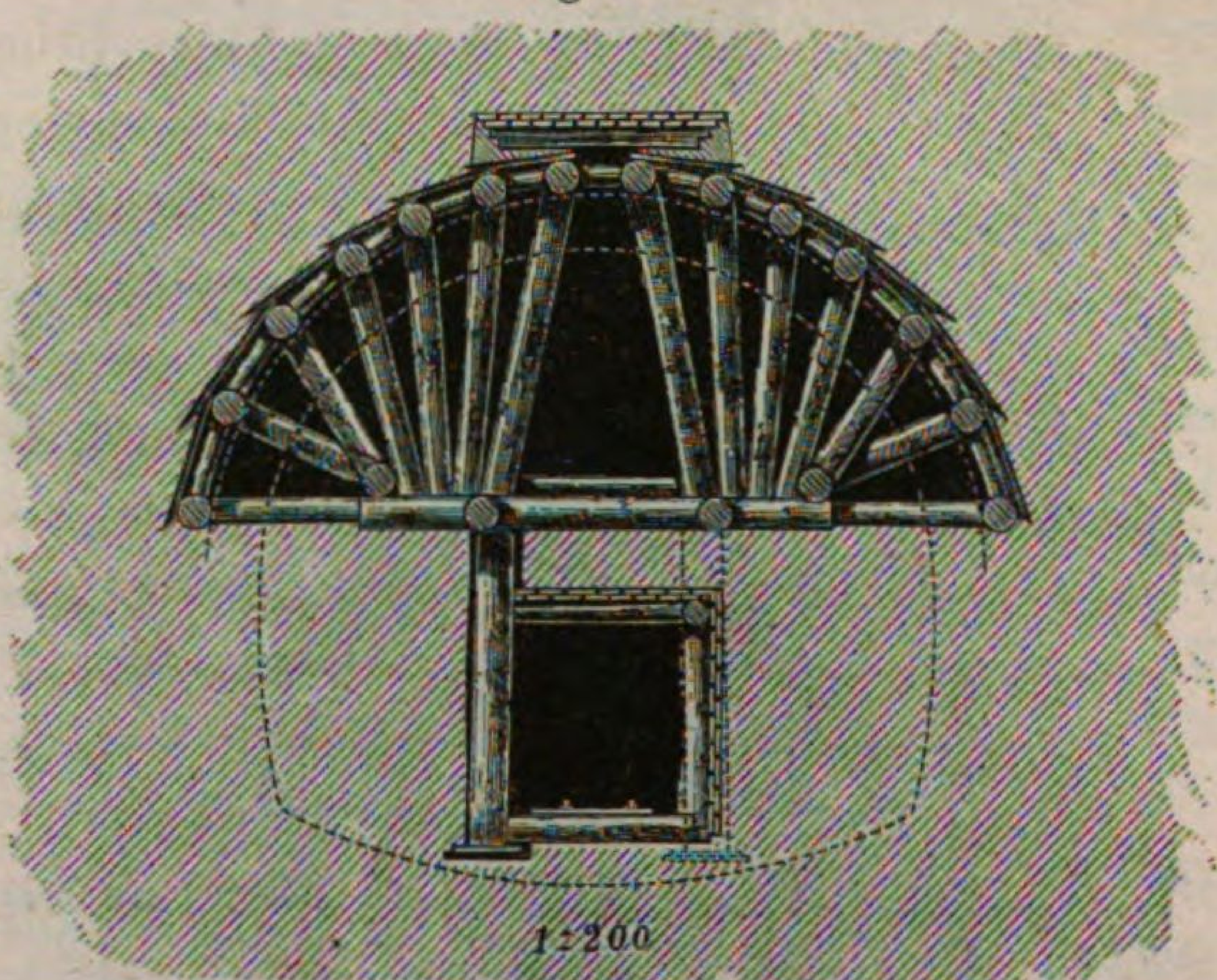
Fig. 52.



Joche jedoch durchwegs durch Gespärre unterstützt sind.

Der hier benannte Tunnelbau war auf der Ausstellung durch ein sehr sauber gearbeitetes Tunnelmodell, welches 6 Schnitte: 1. First und Sohlenstollen, 2. Bogenort, 3. Schwellenausbruch, 4. Vollprofil, 5. Mauerung der Widerlager, 6. Herstellung des Gewölbes, enthielt, ferner durch diverse Zeichnungen vertreten, welche den Baufortschritt und die verschiedenen Baustadien, sowie die Dampfhaspelanlage auf

Fig. 53.



Schacht III, endlich das Bauwerk durch einen Längenschnitt erläuterten. Eine Photographie zeigte die Architektur des Portales.

4. Verschiebbares Lehrgerüst für Tunnelbauten.

Ausgestellt von Francisco Ranci in Trient. (Oester. Hof-Gruppe XVIII.)

Das Ausstellungsobject bestand aus einem Modelle, welches die Construction und Verschiebbarkeit von mehreren zusammengekuppelten Lehrbögen darstellte.

Fig. 54.

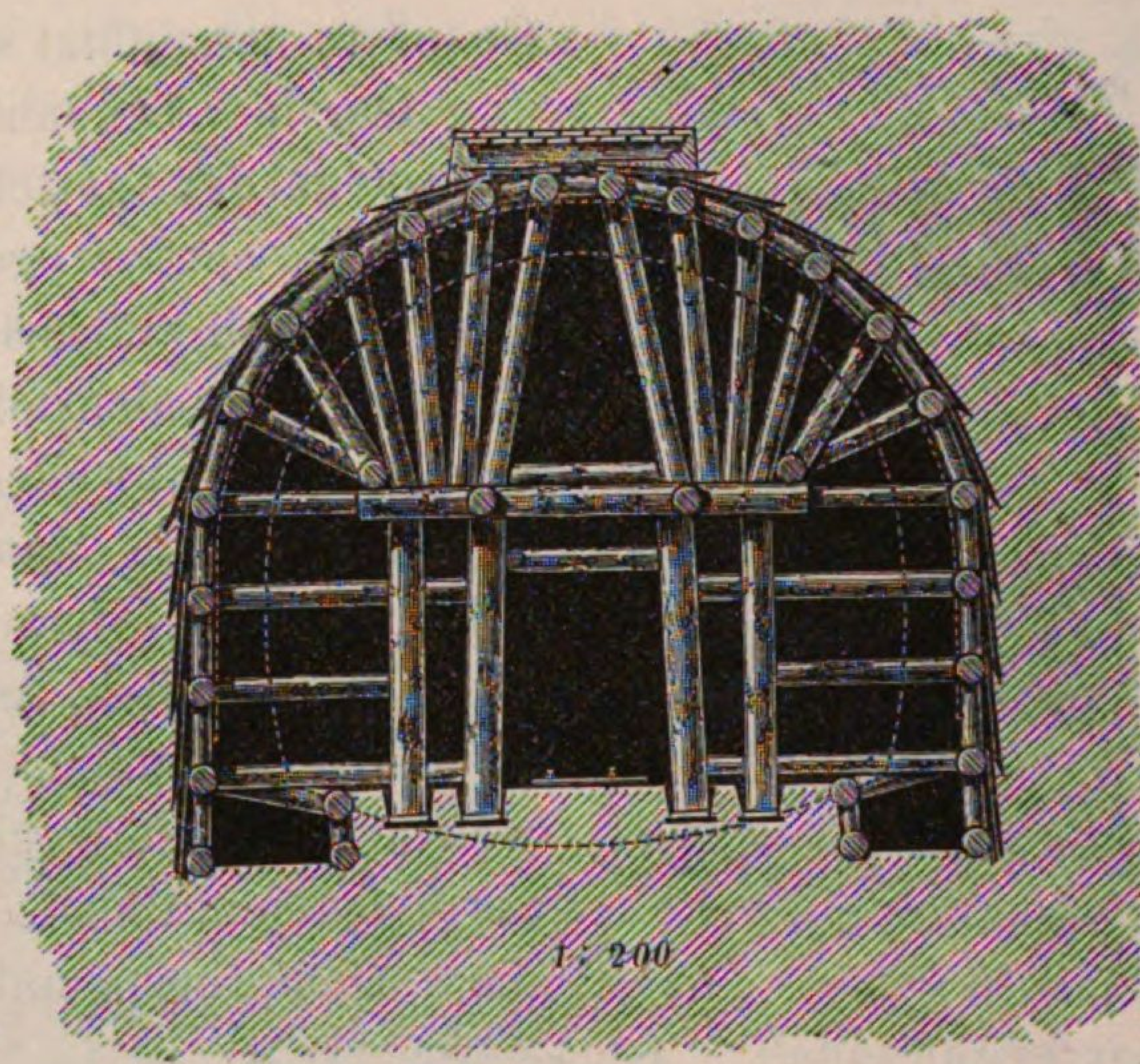
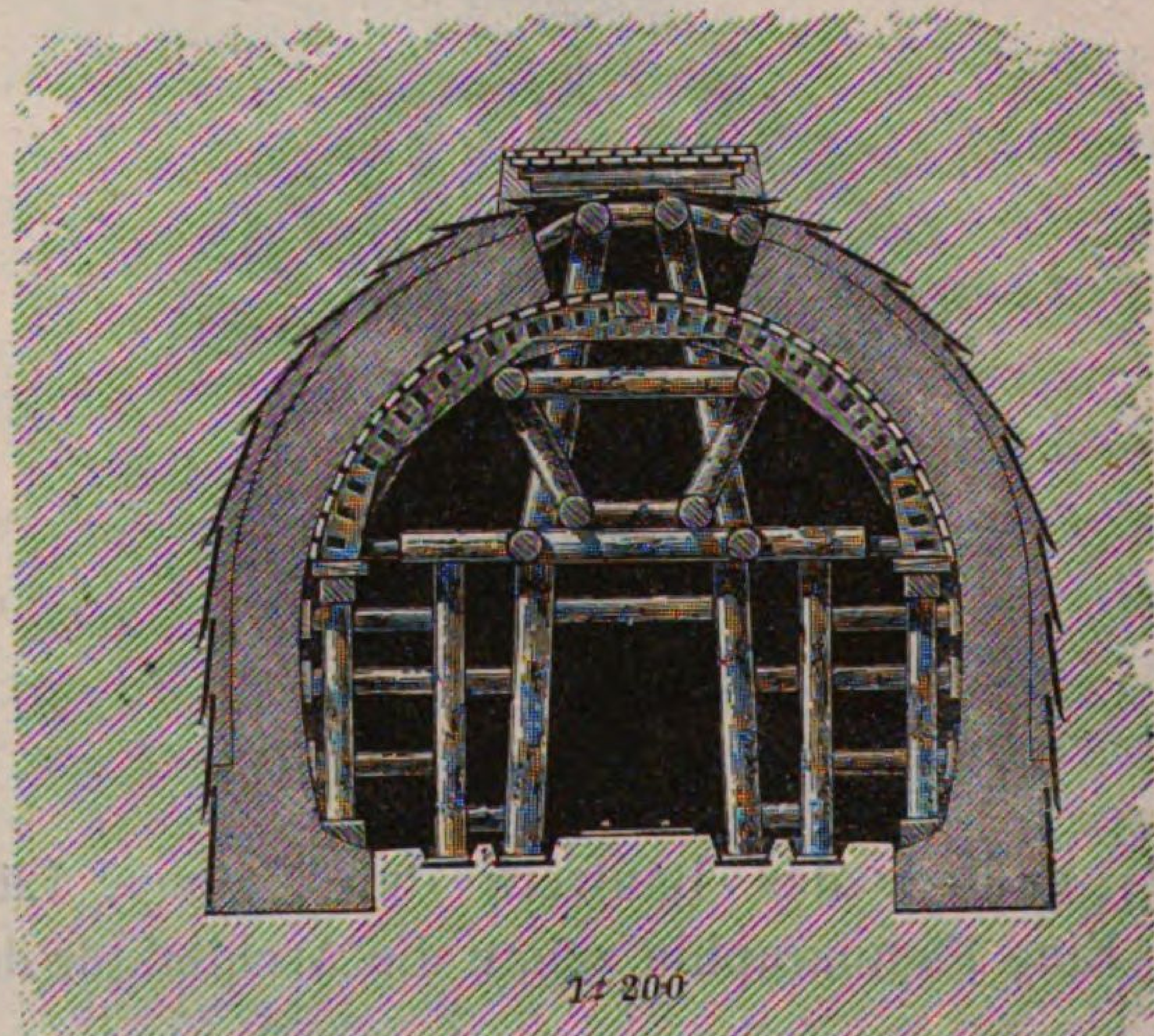


Fig. 55.



Die Zeichnungen auf pag. 432, Querprofil (Figur 57) und der Längenschnitt (Figur 58), verdeutlichen das Verfahren, welches übrigens im Principe nicht neu ist, sondern bereits beim Themsetunnel, Saltwoodtunnel, Waldshuter Tunnel und beim Ippenser

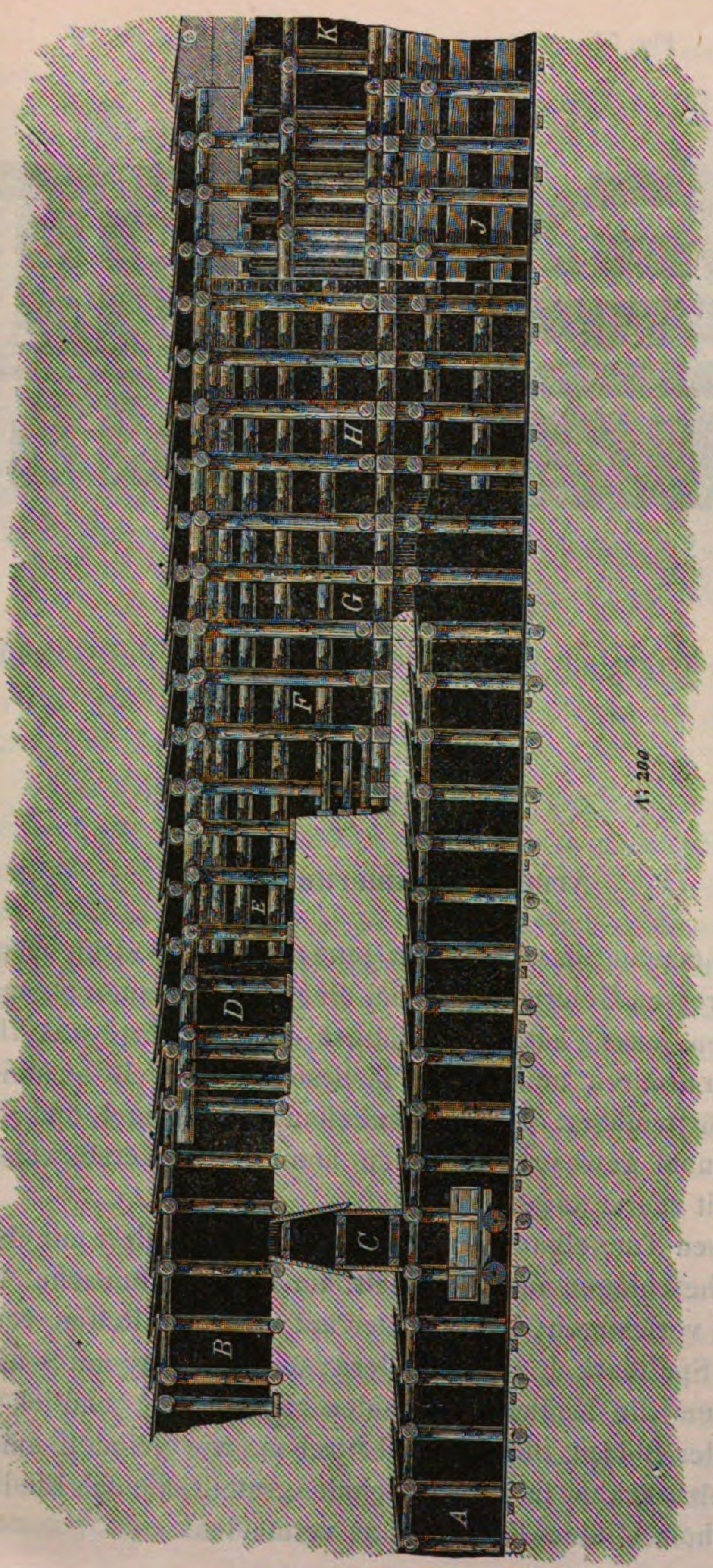


Fig. 56.

Tunnel, ferner beim Geisberger Tunnel und beim Baue des Canales St. Martin in Paris schon gebraucht wurde. In dem ausgestellten Modelle war die Fortbewegung der Räder durch Kurbeln gedacht, und hatte jedes Rad für sich seine eigene Kurbel; die Räder liefen auf einem hochkantig gestellten Flacheisen.

Vor dem Gebrauche zur Mauerung wird das Gerüst durch Keile soweit gehoben, dass die Räder entlastet werden können und jener

Fig. 57.

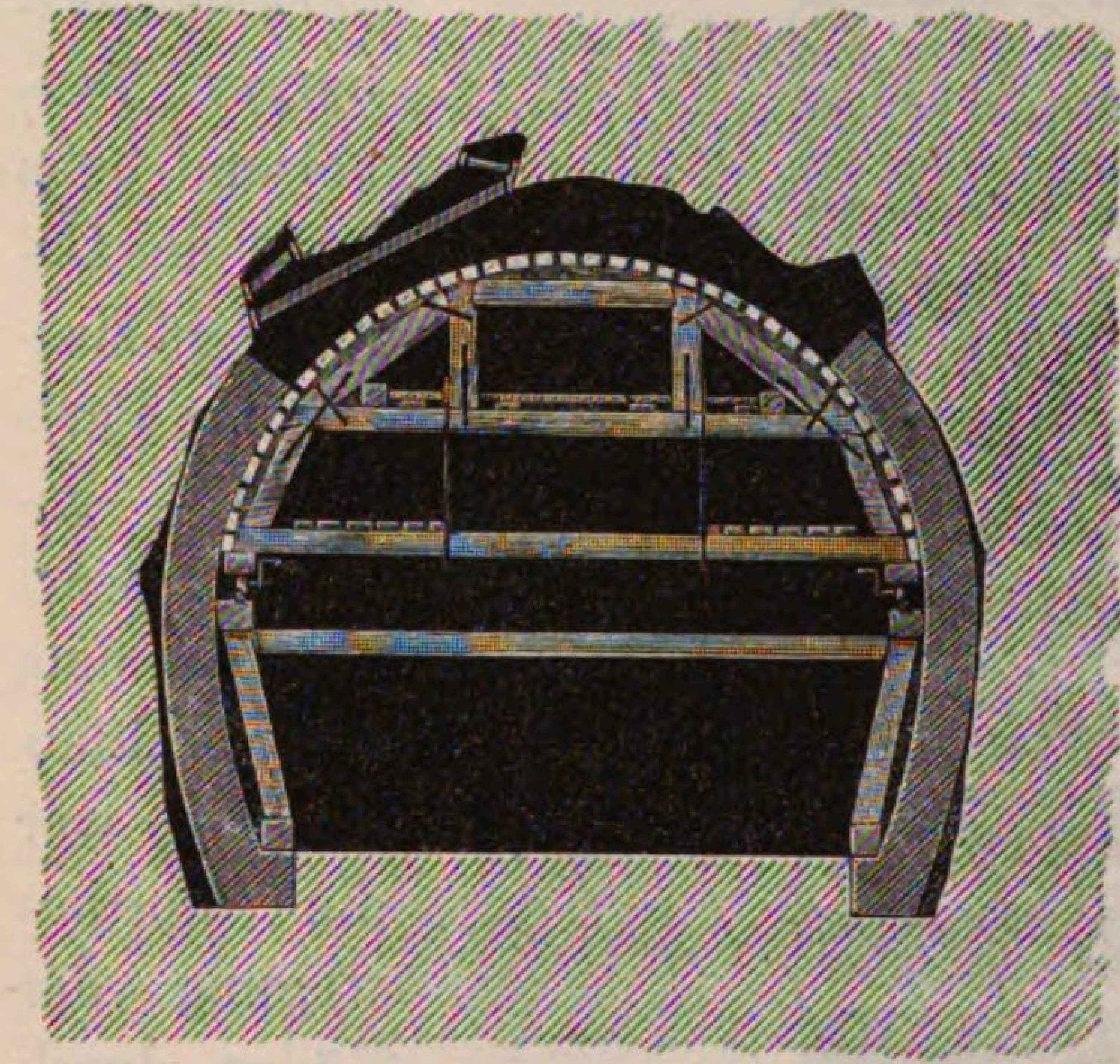


Fig. 58.



Zwischenraum hergestellt wird, welcher der Setzung des Gewölbes entspricht.

V. Capitel.

Armirte Zimmerung.

Die Thatsache, dass das Holz jene Festigkeit nicht besitzt, welche dem grossen Gebirgsdrucke bei einem Tunnelbaue entgegengestellt werden muss, hat schon längst dazu geführt, das Holz durch Eisen zu armiren, und sind es insbesondere der Rosensteiner Tunnel in Württemberg, der Volkmarshausener Tunnel und der Čzernitzer Tunnel gewesen, in denen man derlei Verstärkungen des Holzes mit zuerst angewendet hat.

Bei diesen Tunnelbauten wurden jedoch nur Hölzer mit eisernen Laschen beschlagen und gekuppelt, um zimmermännische Verbindungen zu verfestigen; dann Hölzer mit eisernen Reifen versehen, um ihre Spaltbarkeit zu verhindern; ferner Hölzer mit Schrauben armirt, um die Keilung vermeiden zu können; endlich die Stirnflächen der Bolzen, Stempel und Streben, wie bei den amerikanischen Holzbrücken, in eiserne Schuhe gestellt, um das Eindringen des Hirnholzes in das Langholz zu vermeiden.

Mit derlei Armirungen wurden jedoch selbstverständlich immer nur untergeordnete Zwecke erreicht, und muss es desshalb als ein wesentlicher Fortschritt in der Verbesserung der Holzbausysteme betrachtet werden, dass einige Tunnelingenieure, und unter ihnen besonders Menne, schon vor längerer und Könyves-Tóth in neuester Zeit bemüht sind, exacte Armirung der Zimmerung zu Zwecken der Erreichung einer grösseren Räumlichkeit, der Vereinfachung des Systemes, der Consolidirung der Verbindungen und zu dem Zwecke der Ersetzung ganzer Zimmerungstheile durch Eisen einzuführen.

Dieser wichtige Fortschritt auf dem Gebiete der Tunnelbaukunst war auf der Ausstellung durch die, in einem Modelle veranschaulichte, armirte österreichische Zimmerung:

System Menne,

(ausgestellt vom Erfinder, dem Bauinspector und Oberingenieur der Rheinischen Eisenbahngesellschaft zu Köln, in dem deutschen Pavillon, Gruppe XVIII) vertreten,

Das System „Menne“ gipfelt darin: die Kappen in den Stollen durch Eisen zu ersetzen; ferner das österreichische Sparrenzimmer ebenfalls in I Eisen auszuführen; ferner starke eiserne Hilfsträger anzuwenden, welche eine grössere Zahl von Gespärren in der oberen Profilhälfte tragen können, ohne dass alle diese Gespärre in derselben Ebene von der Sohle aus gestützt zu werden brauchen; des Weiteren darin, die Lehrbogen aus I Eisen zu gestalten; endlich darin, die Auswechslung durch Tunnelschrauben vorzunehmen.

Diese fünf Eigenthümlichkeiten des „Menne'schen“ Systemes lassen sich in Kürze folgend erläutern.

a) Eiserne Stollen-Kappen:

„Menne“ geht von der richtigen Ansicht aus, dass die Kappen einen anderen Querschnitt als die Ulmhölzer benöthigen; er verlässt diejenige eiserne Stollenrüstung, welche ringsum gleichen Querschnitt aufweist, nimmt Grundsohle und Ständer aus Holz, armirt den oberen Theil der Ständer mit einem Ringe und legt eine eiserne Kappe auf, wie dies die Skizze Figur 59 verdeutlichet. Die Kappe ist, wie schon erwähnt, ein I Eisen von 300 Millimeter Höhe.

Fig. 59.



Diese Anordnung lässt die Dimensionen eines Sohlenstollens von $2\cdot_5$ Meter Höhe, $3\cdot_{25}$ Meter unterer Lichtweite und $2\cdot_8$ Meter oberer Lichtweite zu, schafft also einen äusserst geräumigen Stollen und damit das wichtigste Moment für die Billigkeit der Tunnelförderung; denn ein solcher Stollen gestattet die Anwendung der normalen Spur und dadurch den Gebrauch sehr grosser und zwar 3 Kubikmeter Inhalt messender Kippwagen, demnach also eine sehr billige Förderung, weil die Grösse des Fördergefässes in dieser Hinsicht Ausschlag gibt.

b) Eisernes Sparrenzimmer.

Der Querschnitt des Sparrenzimmers wird ebenfalls durch ein I Eisen gebildet, und zeigt der Querschnitt Figur 60 die Ansicht eines solchen Zimmers. An den Brechpunkten des Sparrenzimmers ist eine Verbindung angeordnet, welche durch die beifolgende Skizze Figur 61 verdeutlicht ist. In dieser Skizze bedeuten *a* die eisernen Träger, welche sich auf die Wandruthe *b* durch die Vermittelung eines eisernen Lagers *c* auflegen und dadurch festgehalten werden, dass dieses Lager ein hölzernes, abgeschrägtes und armirtes Futter *d* trägt, welches eine Verfestigung durch die Keile *f* zulässt.

c) Die eisernen Hilfsträger.

Die Anwendung dieser Träger umfasst das wichtigste Moment des „Menne'schen“ Systemes. Man erzielt nämlich bei dem österreichischen Systeme einen grossen Vortheil dann, wenn man die Untergespärre weiter von einander stellen kann, als die Obergespärre, und drückt sich dieser Vortheil durch Vereinfachung und Erleichterung der ganzen bergmännischen Arbeit, durch Holzersparung und durch die Vergrösserung des Bauraumes aus. Nachdem man nun des Weiteren grosse Vortheile in druckhaftem Gebirge dadurch erreicht, dass man die Unterfangung der oberen Gespärre durch eingezogene Längshölzer erleichtert, auf denen diese Gespärre ruhen, so werden aus allen diesen Gründen im österreichischen

Fig. 60.

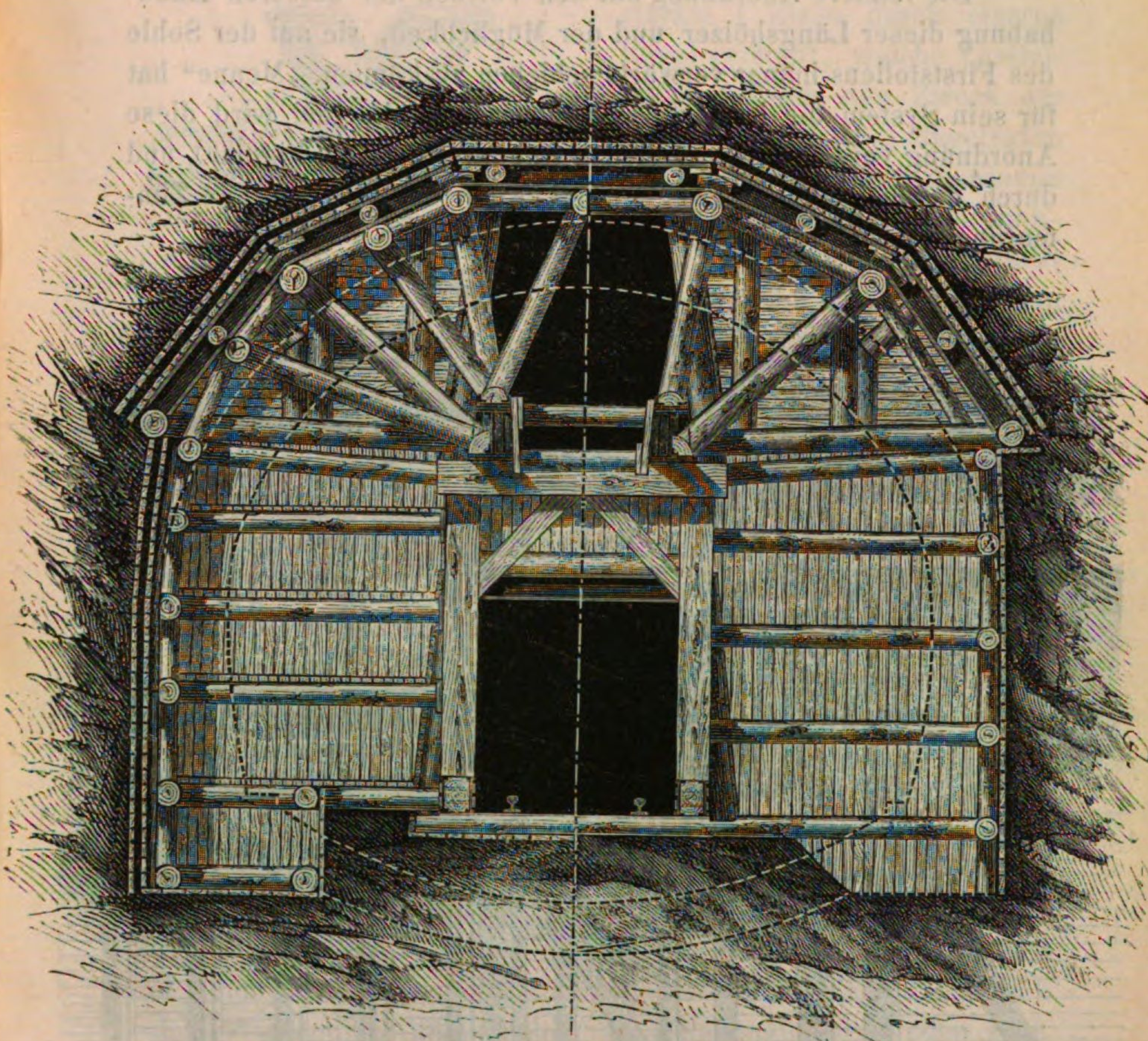
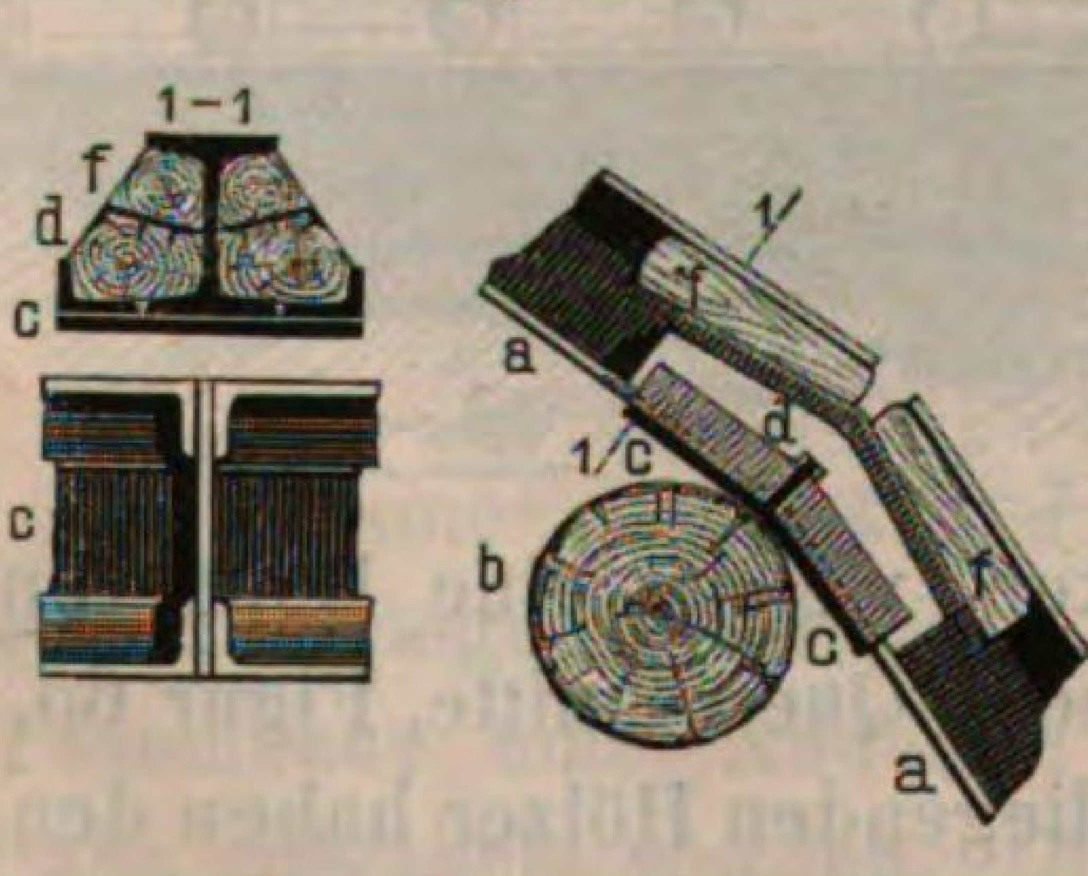


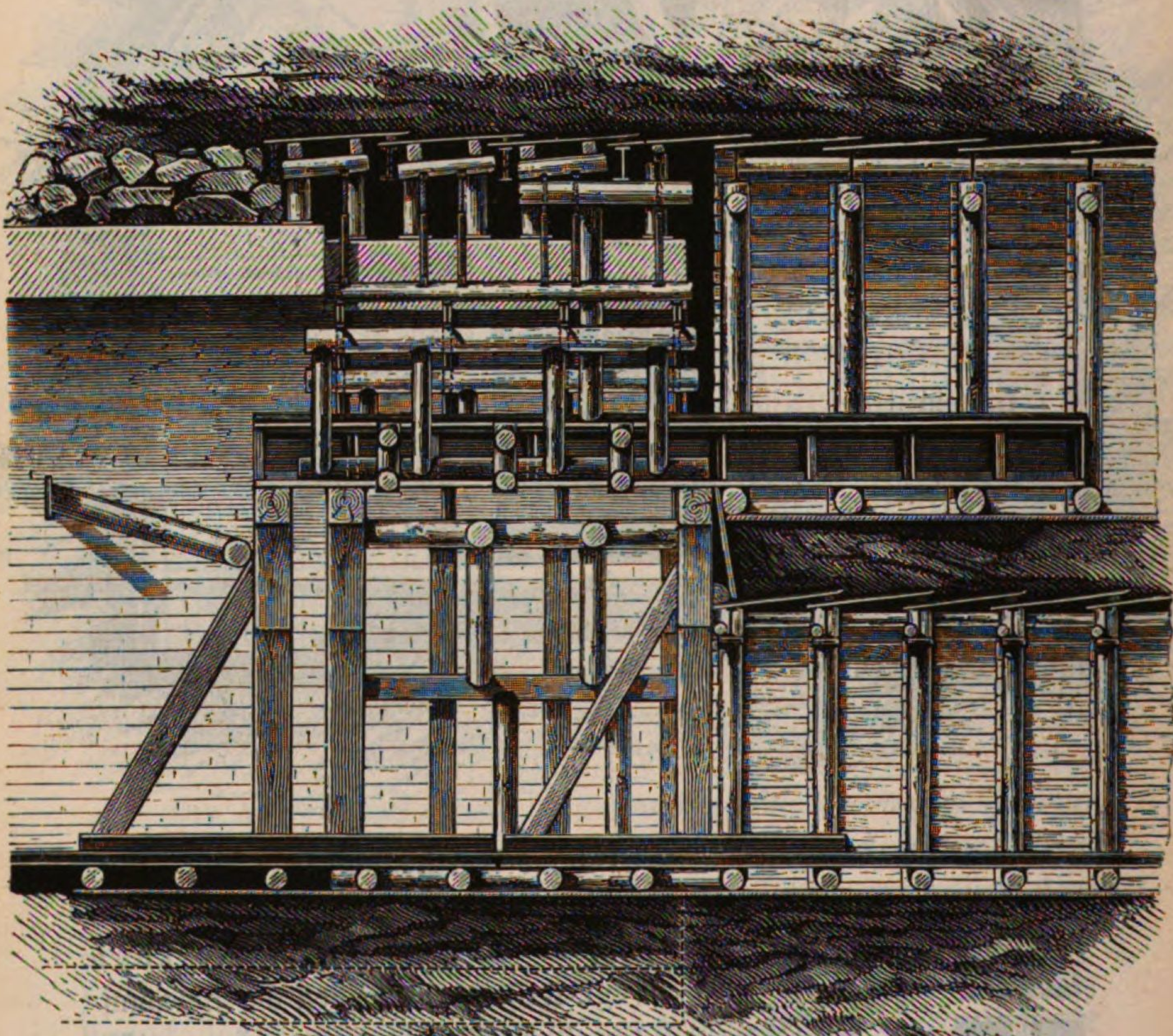
Fig. 61.



Systeme vortheilhaft starke, tragfähige Längsbalken angewendet, welche entweder als Unterzüge (vgl. Ržiha, „Lehrbuch der gesammten Tunnelbaukunst", Figur 479, II. Band, pag. 142) der Mittelschwellen dienen, wenn diese die oberen Gespärre tragen, oder welche als Daraufzüge dienen, die auf den Mittelschwellen ruhend, die oberen Gespärre aufnehmen.

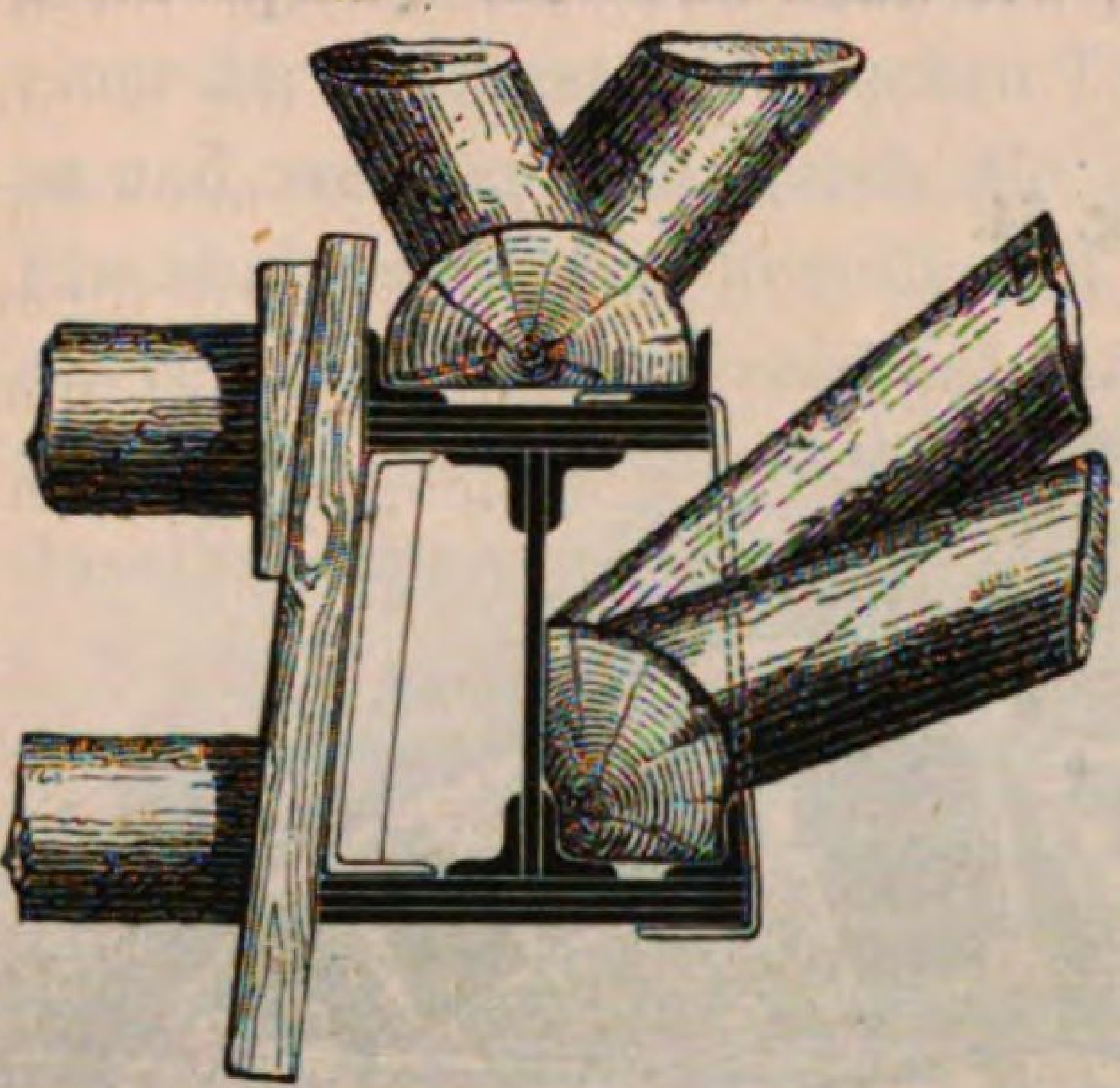
Die letztere Anordnung hat den Vortheil der besseren Handhabung dieser Längshölzer und der Möglichkeit, sie auf der Sohle des Firststollens immer vorwärts schieben zu können. „Menne" hat für sein System die letztere Anordnung gewählt, und wird diese Anordnung verdeutlichet durch das frühere Querprofil, Figur 60, und durch das beistehende Längenprofil, Figur 62, welches eine Zimmerung in sehr druckhaftem Gebirge darstellt.

Fig. 62.



Die Construction dieser Hilfsbalken, welche eine Hohe von 0.6 Meter haben, ist aus dem nebenstehenden Querschnitte, Figur 63, ersichtlich; die in und auf dem I Eisen liegenden Hölzer haben den Zweck, die verschiedenen Streben des Gespärres (vergleiche Querprofil, Figur 60) durch Schaarverbindung und Keile zuzulassen. In

Fig. 63.



gewissen Distanzen ist das verstärkte I Eisen durch eiserne Bügel versteift, welche Versteifung zugleich den Zweck der Festhaltung der eingelegten Langhölzer hat; die Anordnung dieser Bügel ist durch die punktirten Linien angedeutet. Mittelst dieser Hilfsträger kann man bei 4 Meter freiem Auflager eine Gebirgslast von 6 Meter Höhe, bei 3 Meter eine solche von $10._7$ Meter Höhe und bei $2\cdot_0$ Meter freiem Auflager eine Gebirgslast von 24 Meter Höhe stabil abstützen, man erreicht damit also ausserordentliche Vortheile.

d) Armirte Längengrundsohlen.

In sehr druckhaftem Gebirge wendet „Menne" die hier genannten armirten Hölzer an, welche über den Grundsohlen liegen, nach der Achse des Tunnels streichen (Streichgrundsohlen) und den Zweck haben, der ganzen Zimmerung eine reguläre Verfestigung zu geben und den Einbau von Hilfsbocksäulen zu gestatten.

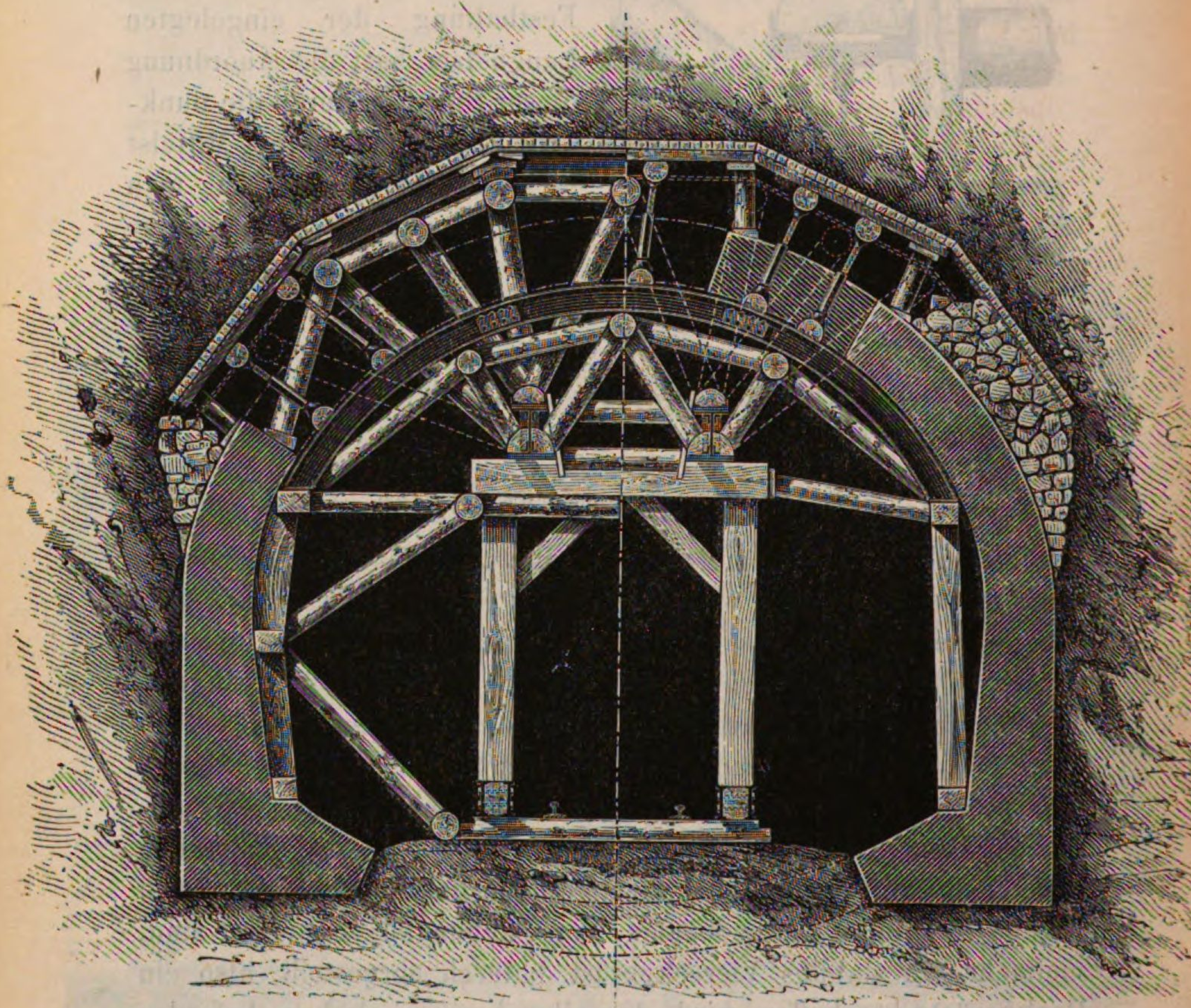
Die nähere Anordnung und Construction ist aus dem früheren Querprofile Figur 60 ersichtlich und befolgt den wichtigen Grundsatz im Tunnelbaue, dass die Hölzer kreuzweise gestellt werden und einen durchgreifenden Längenverband darstellen sollen, durch welche Verbindung alle localen Verschiebungen vermieden sind, vielmehr ein stabiles Viereckgerüst dadurch hergestellt, also ein Bockgerüste geschaffen wird, das allen bergtechnischen Anforderungen genügt.

e) Eiserne Lehrbögen.

„Menne" wendet bei seinem Systeme eiserne, zusammengelaschte Bögen aus I Eisen an, wie sie schon längst und vielfach im Tunnelbaue, unter Anderem schon bei der Londoner unterirdischen Bahn gebraucht wurden. Die Anordnung und Unterstützung dieser Bögen von dem Bockgerüste und den Hilfsträgern aus, ist aus dem

früheren Längenprofile Figur 62, wie auch aus dem Querprofile Figur 64 ersichtlich.

Fig. 64.



f) Tunnelschrauben.

Die Auswechslung wird durch Tunnelschrauben nach dem Systeme „Ržiha" (Figur 66) besorgt, und ist der Gebrauch dieser Schrauben aus dem Querprofile Figur 64 und aus dem Längenprofile Figur 62 näher ersichtlich.

Das hier beschriebene System wurde von dem Ingenieur Menne, welcher seit der Ausführung des Altenbeckener Tunnels (ver-

gleiche „Zeitschrift für das Bauwesen", Jahrgang XVIII (1868) als einer der tüchtigsten deutschen Tunnelingenieure bekannt geworden ist und welcher sich durch die erstaunlich rasche Herstellung der Eisenbahn zwischen Remilly und Pont à Mousson im letzten französischen Kriege ausgezeichnet hat, an der Call-Trier-Eisenbahn (Eifelbahn) und mit besonderem Vortheile beim Metterricher Tunnel daselbst angewendet.

VI. Capitel.

Eiserne Baurüstung.

Die grossen, bei Tunnelbauten auftretenden Druckfälle erweisen es immer mehr, dass zu Zwecken der Bölzung (oder Rüstung) das Holz nicht das entsprechende Material sei, um solchem Drucke an und für sich zu widerstehen, und dass die Verschiebbarkeit innerhalb einer bergmännischen Holzconstruction den Druck nur vergrössere, also das Material des Holzes in grossen Druckfällen ein falsch gewähltes ist.

Wenn, verstossend gegen die Theorie, das Holz dennoch beim Tunnelbaue angewendet wird, so lässt sich dies nur dadurch rechtfertigen, dass das Holz öfters noch sehr billig und Eisen bei dem einzelnen Bauwerke nicht rasch genug zur Stelle zu schaffen ist. Erwägt man jedoch, und der Lupkower Tunnel ist dafür ein neuerlicher Beweis, dass die Unzulänglichkeit des Holzmateriales und die durch das Holzmateriale ermöglichten diversen Baumethoden einen grösseren Schaden verursachen können, als die Differenz zwischen billigem Holz und theuerem Eisen beträgt: so gebietet es der Fortschritt in unserem Fache, sich bei der Herstellung eines Tunnels durch drückendes Gebirge zu seiner Ausrüstung, anstatt des Holzes, des Eisens zu bedienen.

Die Verfeinerung der Tunnelbaukunst besteht also nicht darin, einen vorhandenen grossen Druck zu bewältigen, sondern darin, diesen Druck nicht erst werden zu lassen.

Diese Anschauungen sind schon alt, denn sie dienten bereits der Entstehung des Themsetunnelsystemes von Brunnel, der Lehr-

gerüstung im Tunnel von Harecastle und der Abtreibevorrichtung auf den Gruben zu Freienwalde.

Angeregt durch die ausserordentlichen Schwierigkeiten und Druckfälle im Cžernitzer Tunnel, welche besonders in Consequenz eines Bausystemes (Kernbau) hervorgerufen wurden, das seitdem e n d l i c h verlassen wurde, entstand durch unablässiges Nachdenken innerhalb der Zeit vom Jahre 1857 bis 1861 das System des Verfassers, dem später andere Bauweisen, Tunnelbauten mit eiserner Rüstung herzustellen, folgten; und zwar namentlich das Verfahren von A. E. Beach (vergleiche „Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure", Jahrgang 1870, pag. 576), welches die Vorpressung eines Ringes mittelst Wasserdruck zu Zwecken der Mauerung eines kreisrunden Tunnels in Newyork von 2·84 Meter äusserem Durchmesser zum Gegenstande hat; ferner das Verfahren von Barlow, welches bei dem neuen, 2·133 Meter äusseren Durchmesser haltenden Themsetunnel angewendet wurde und ebenfalls (aber unter Zuhilfenahme einer Vorminirung) in der Vorpressung eines in der Brust mit einem Schilde gesicherten, eisernen Röhrenstückes durch Schrauben befestigt; des Weiteren das Bauverfahren, welches bei den Wasserleitungsstollen unter dem Michigansee angewendet wurde; ferner das Ruppert'sche Verfahren der Vorwärtspressung eines allerdings nur 3 Fuss 6 Zoll grössten Durchmesser haltenden, elliptischen, eisernen Rohres; endlich das Project des Professor's Dr. Winkler, bestehend in der Einbringung eiserner Wandung zum Ersatze der Mauerung.

Diese verschiedenen Verfahren beschränken sich indess nur auf die Herstellung kleiner Querschnitte, beziehungsweise (Winkler) auf den sofortigen Einbau definitiven Stützmateriales, so dass das System des Verfassers (Ržiha), welches die Herstellung unterirdischer Tunnelräume zu Zwecken der Auswölbung derselben in Absicht hat, als eigentliches Tunnelbausystem in Eisen bis heute noch allein dasteht.

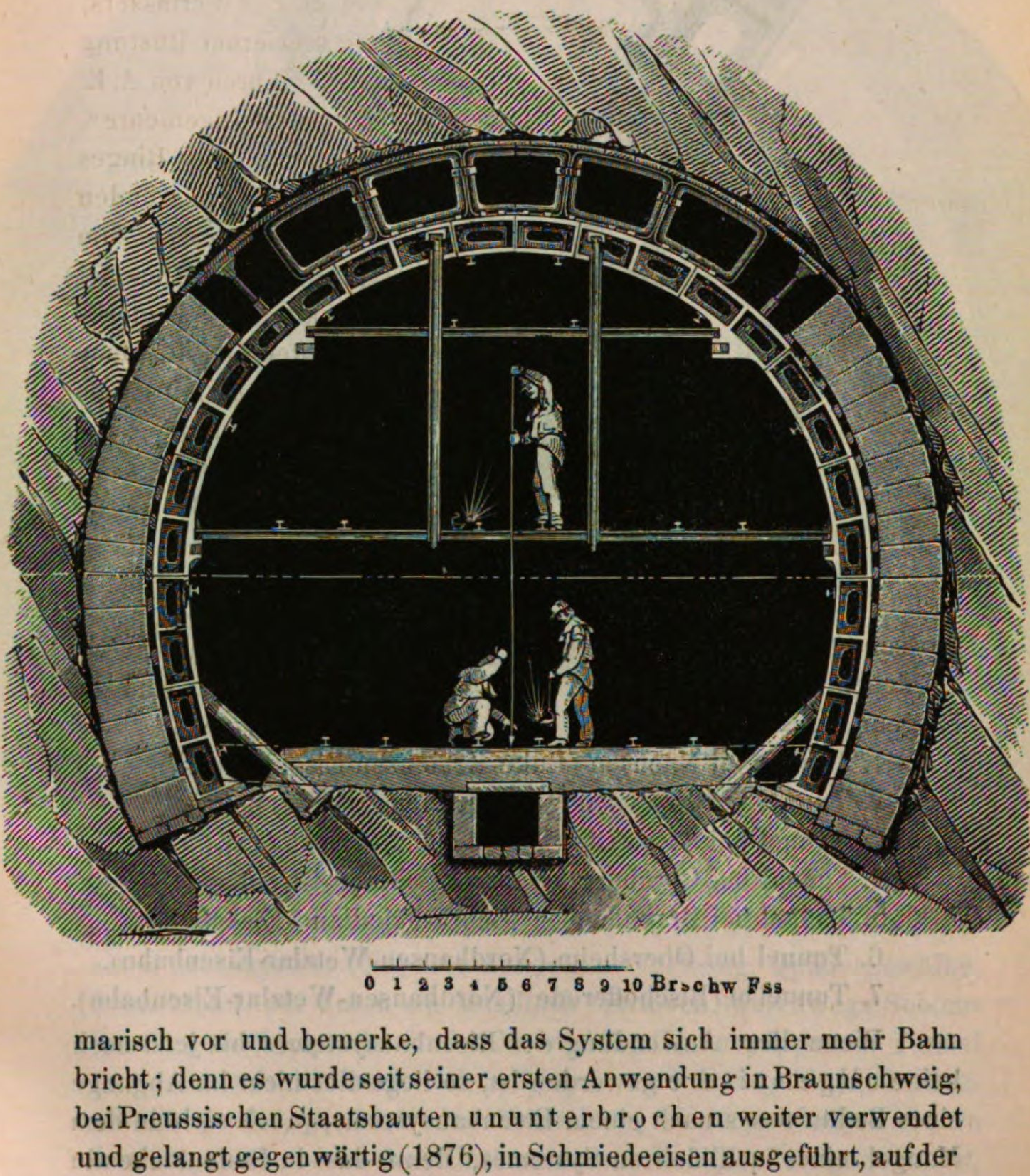
Das System Ržiha

war auf der Ausstellung im Rahmen des Lehrbuches der gesammten Tunnelbaukunst, also nur in einer anderen F o r m vertreten, wie auf

der Ausstellung zu London (1862), woselbst er durch ein Modell zur Anschauung gebracht worden ist.

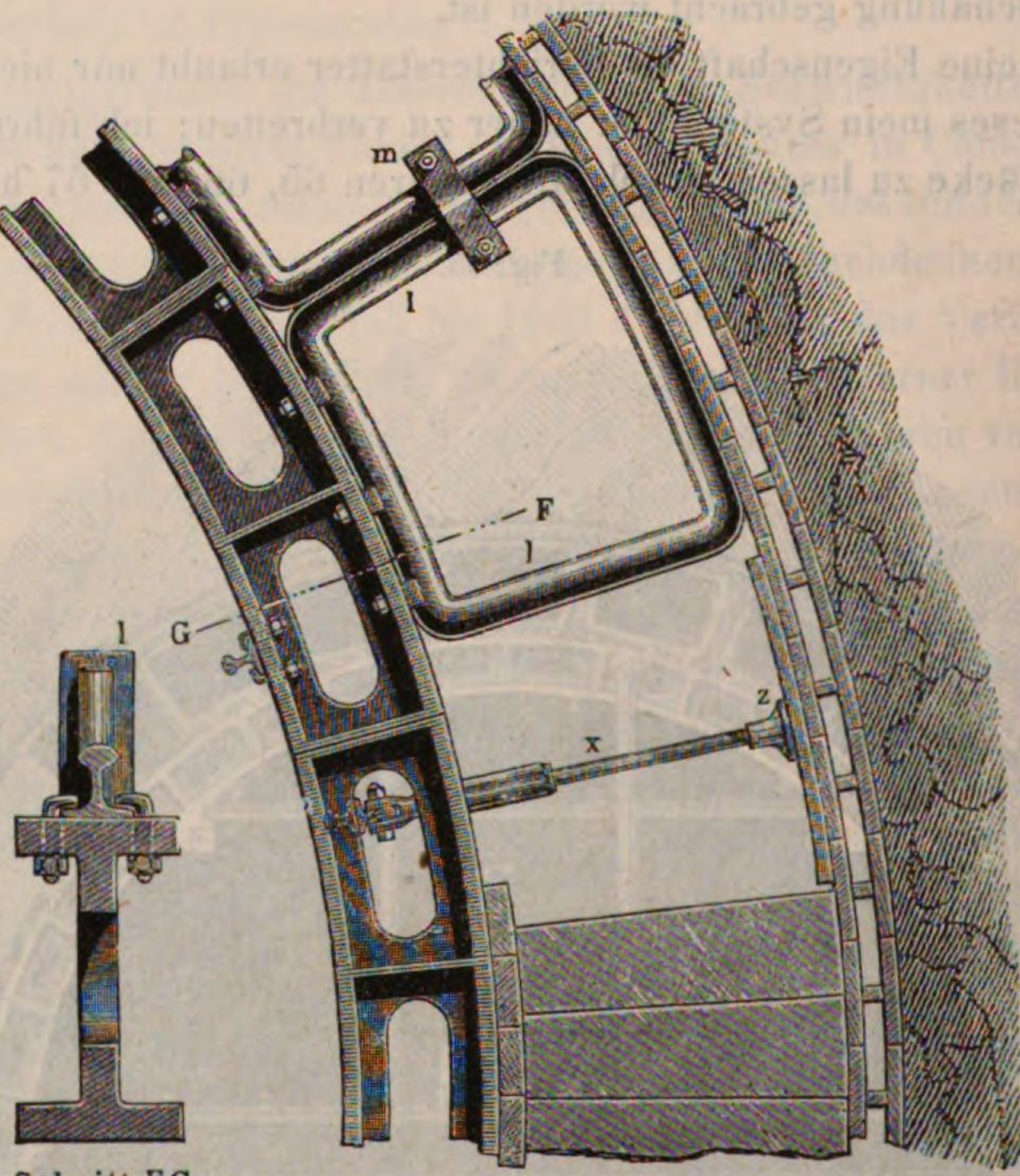
Meine Eigenschaft als Berichterstatter erlaubt mir nicht, mich über dieses mein System hier näher zu verbreiten; ich führe es, um keine Lücke zu lassen, durch die Figuren 65, 66 und 67 hier sum-

Fig. 65.



marisch vor und bemerke, dass das System sich immer mehr Bahn bricht; denn es wurde seit seiner ersten Anwendung in Braunschweig, bei Preussischen Staatsbauten ununterbrochen weiter verwendet und gelangt gegenwärtig (1876), in Schmiedeeisen ausgeführt, auf der

Fig. 66.

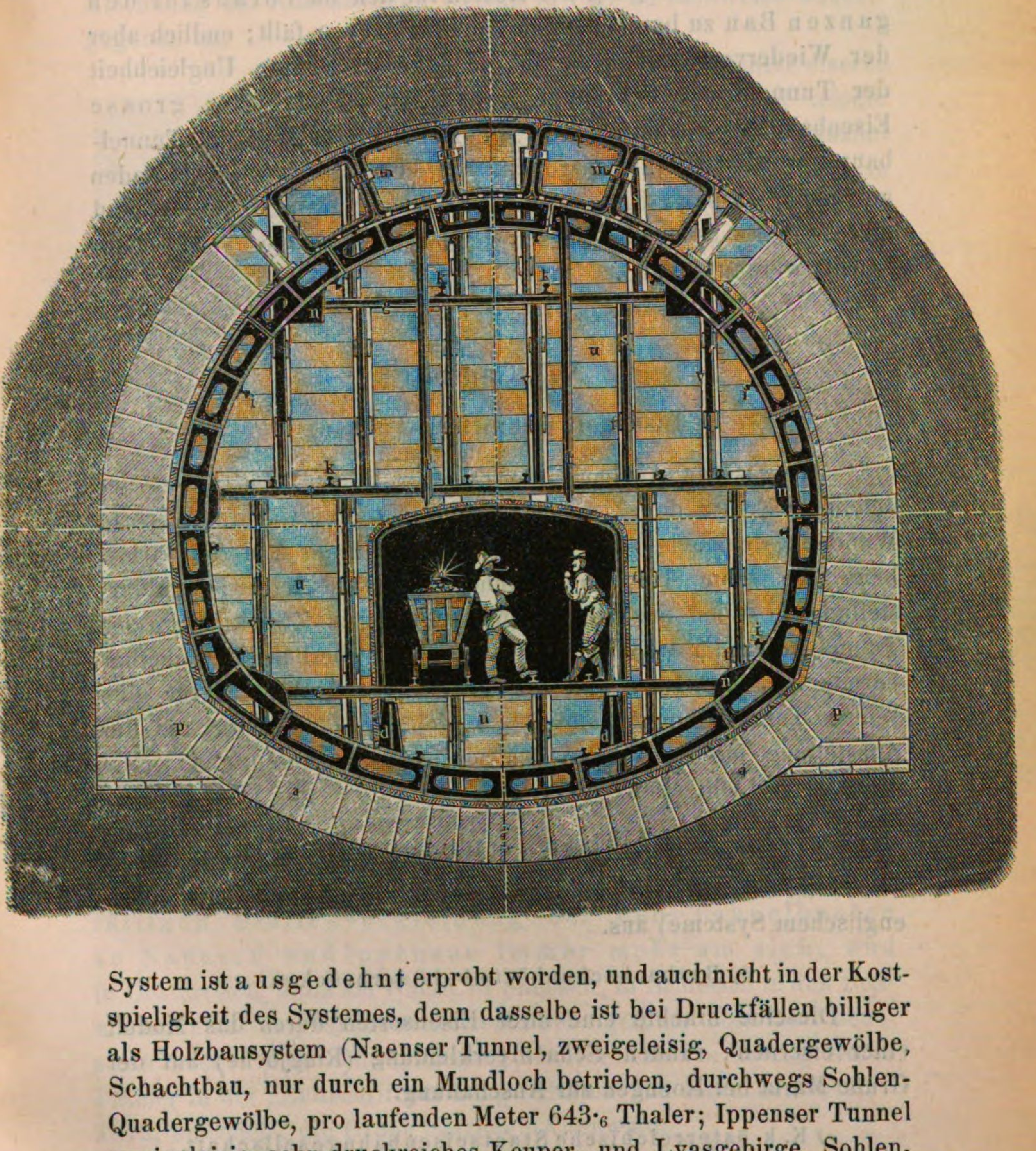


grossen Staatslinie Berlin-Metz zur Anwendung. Die Tunnelbauten, bei denen mein System bisher zur Ausführung gelangt ist, sind die Folgenden:

1. Tunnel bei Naensen (Buke-Kreiensen-Eisenbahn).
2. Tunnel bei Ippensen (Buke-Kreiensen-Eisenbahn).
3. Tunnel bei Sterbfritz (Elm-Gemünd-Eisenbahn).
4. Tunnel bei Cornberg (Bebra-Friedland-Eisenbahn).
5. Tunnel bei Braunhausen (Bebra-Friedland-Eisenbahn.)
6. Tunnel bei Obersheim (Nordhausen-Wetzlar-Eisenbahn).
7. Tunnel bei Bischofferode (Nordhausen-Wetzlar-Eisenbahn).

Wenn diese Anwendung des Eisenbausystemes bis jetzt noch keine allgemeinere geworden ist, so liegt dies nicht im Abgange eines Bedürfnisses nach einem Eisenbausysteme, auch nicht in dem Mangel eines qualificirten Systemes, denn das in Rede stehende

Fig. 67.



System ist a u s g e d e h n t erprobt worden, und auch nicht in der Kostspieligkeit des Systemes, denn dasselbe ist bei Druckfällen billiger als Holzbausystem (Naenser Tunnel, zweigeleisig, Quadergewölbe, Schachtbau, nur durch ein Mundloch betrieben, durchwegs Sohlen-Quadergewölbe, pro laufenden Meter 643·6 Thaler; Ippenser Tunnel zweigeleisig, sehr druckreiches Keuper- und Lyasgebirge, Sohlengewölbsquader, pro laufenden Meter 511·4 Thaler): sondern nur in dem Umstande, dass dem Unternehmer selten die Zeit gegönnt ist,

die Eisenrüstung rechtzeitig beschaffen zu können, manchem Unternehmer auch die Tragung der Kosten für den im Voraus für den ganzen Bau zu beschaffenden Apparat schwer fällt; endlich aber der Wiederverwendung durch die ungerechtfertigte Ungleichheit der Tunnelprofile Schranken gesetzt ist. Sobald aber grosse Eisenbahnkörperschaften, oder grosse Unternehmer die Tunnelbauten werden verbilligern wollen, wird das System auch mehr Boden gewinnen, da seine Einfachheit der herrschende Gedanke ist und mittelst dieses Systemes die schwierigsten Bauten geradezu schablonisirt werden können.

VII. Capitel.

Eiserner, definitiver Ausbau.

Der eiserne Ausbau unterirdischer Räume, das heisst der definitive Ersatz der Zimmerung oder Mauerung durch eiserne Wandung, demnach jener Vorgang, wie ihn unter Anderen Barlow beim Themsetunnel in London und Ruppert bei einer Canalherstellung in Wien ausgeführt, und wie ihn zu Zwecken grosser Tunnelbauten im druckhaften Gebirge der Oberbaurath Scheffler bereits im Jahre 1861 und der Professor Dr. Winkler für eine Wiener Tunnelbahn im Jahre 1873 projectirt haben, war auf der Ausstellung nur im Gebiete des Bergbaues vertreten, und waren diesfalls drei Objecte exponirt:

a) Preussische Bergwerks- und Hütten-Actiengesellschaft.

Dieselbe stellte Tubbings (eiserne Schachtwandung nach englischem Systeme) aus.

b) Burbachachenhütte bei Saarbrücken.

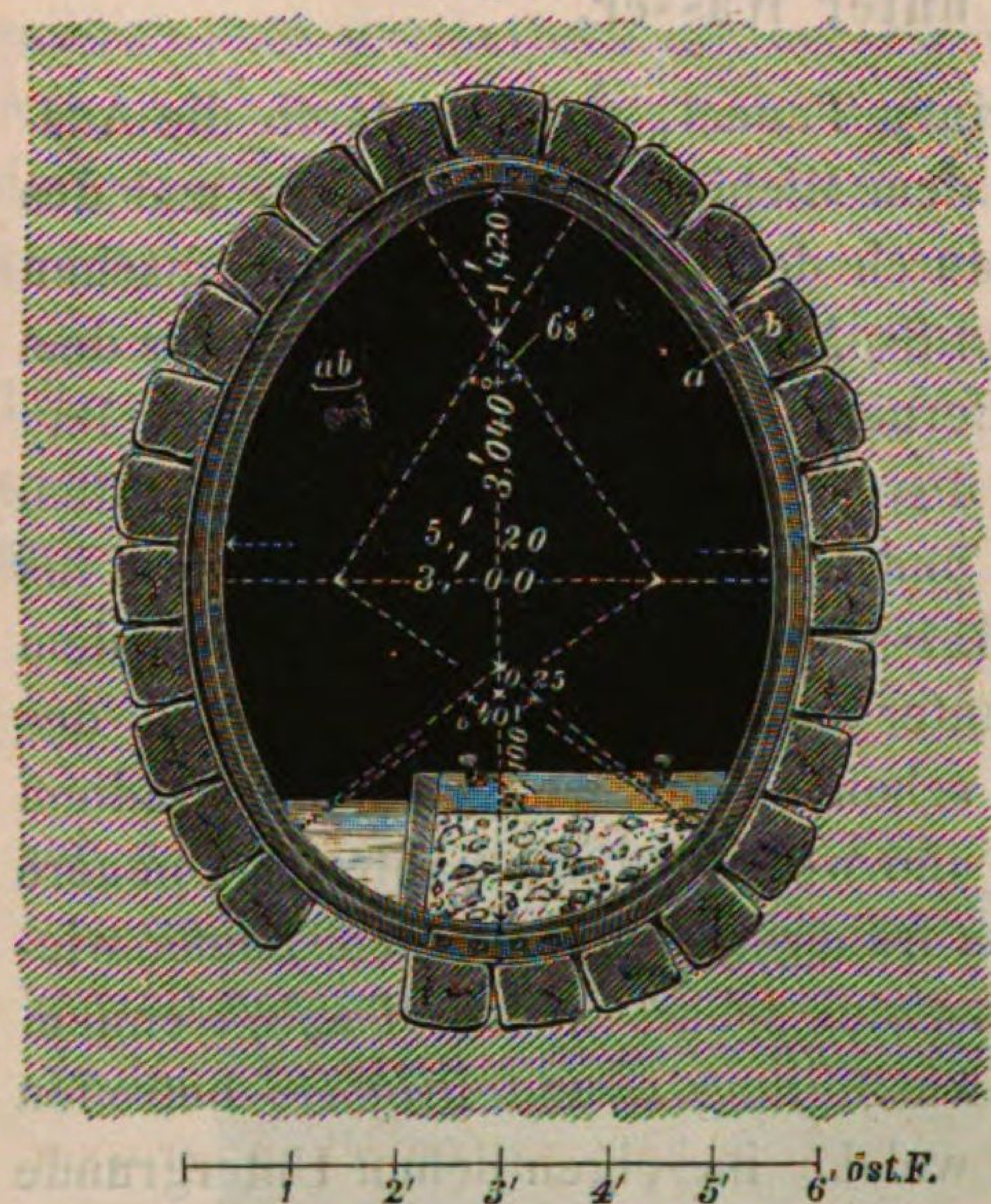
Dieselbe brachte eine ihrer Eisensorten durch das Modell einer eisernen, runden Schachtverkleidung (Ringjoche) auf der Grube Maria bei Hoengen zur Anschauung.

c) K. k. österreichische Staatseisenbahngesellschaft.

Die Bergwerksdirection dieser Gesellschaft brachte von ihren Steierdorfer Werken im Banate einen definitiven Ausbau durch

Eisenbahnschienen mit dahinter liegender Holzverladung durch eine Zeichnung zur Anschauung, welche in Fig. 68 theilweise wiedergegeben ist.

Fig. 68.



Dieser definitive eiserne Ausbau (hin und wieder auch eiserne Streckenzimmerung genannt) wurde in ausserordentlich druckhaftem Gebirge und in einer Länge von 300 Klaftern ausgeführt.

Des Weiteren brachte dieselbe Gesellschaft durch ein Modell noch einen anderen eisernen Ausbau durch Eisenbahnschienen zur Anschauung, welcher sich durch den Stollenquerschnitt von dem früher genannten unterschied.

Das Profil hat mehr eine viereckige Gestalt, jedoch in segmentartiger Ausbauung der Firste, Sohle und der Ulmen und bildet sich aus vier Schienenstücken, welche in den Ecken durch winkelförmige Laschen gekuppelt sind.

Derlei Ausbau bergmännischer Stollen durch Eisenbahnschienen anstatt der Mauerung greift im Bergbau seit der im Jahre 1861 durch den Verfasser zuerst angewendeten, diesfälligen Stollenverkleidung bei den Tunnelbauten zu Naensen und Ippensen immer mehr um sich, wird in Oesterreich, dann am Harze, in Sachsen, in Schlesien in den rheinischen und westphälischen Revieren sehr gerühmt und fand neuestens wieder eine sehr gediegene, literarische Vorführung durch Pfähler in der „Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Salinenenwesen“ 1872, betreffend die Grube Salzbach-Altenwald.

VIII. Capitel.

Tunnel unter Wasser.

Das Gebiet der submarinen Tunnel, welches durch die Ausführungen der Stollen unter dem Michigansee, des alten und des neuen Themsetunnels, dann durch den begonnenen unterirdischen Bau des 842 Meter langen und 8·9 Meter breiten Tunnels unter dem Harlemflusse bei Newyork, ferner durch den angefangenen Bau des 4800 Meter langen und 4·58 Meter breiten Tunnels unter dem Mersey zwischen Birkenhead und Liverpool; endlich durch die ins Werk gesetzten Bauten des 2611·45 Meter langen Stollens unter dem Detroitflusse, des Tunnels unter dem Indus bei Attok und des Stollens unter dem Eriesee schon in das weitgreifende Stadium der Wirklichkeit getreten ist, und welches durch zahlreiche, neuere diesfällige Projecte, die schon früher genannt wurden, immer wieder neu angeregt wird, — lässt sich scharf in zwei Theile trennen.

Die einen diesfälligen Ausführungen und Projecte betreffen Stollen- und Tunnelbauten, welche im eigentlichen Untergrunde des Wassers, die anderen, welche auf der Sohle des Flusses, Sees oder des Meeres ausgeführt werden, respective ausgeführt werden sollen.

Die Wiener Weltausstellung vertrat das Gebiet des submarinen Tunnels durch folgende Ausstellungsobjecte:

1. System Foster.

Project eines submarinen Tunnels auf dem Hafengrunde zwischen Boston und Newboston. (Amerikanischer Hof.)

Die Projecte der Herstellung eines Tunnels im Wasser scheiden sich wieder in zwei Gruppen. Die eine Gruppe, vertreten unter Anderen durch die Constructionen von Fowler, Wright und Winkler, umfasst Projecte, wonach der Tunnel unter Zuhilfenahme von Caissons auf dem Grunde des Wassers hergestellt werden soll; die andere Gruppe umfasst solche Projecte, wonach die Herstellung des Tunnels durch eiserne Röhren beabsichtigt wird, welche in einzelnen Längenpartien (Sectionen) versenkt werden; und ist diese

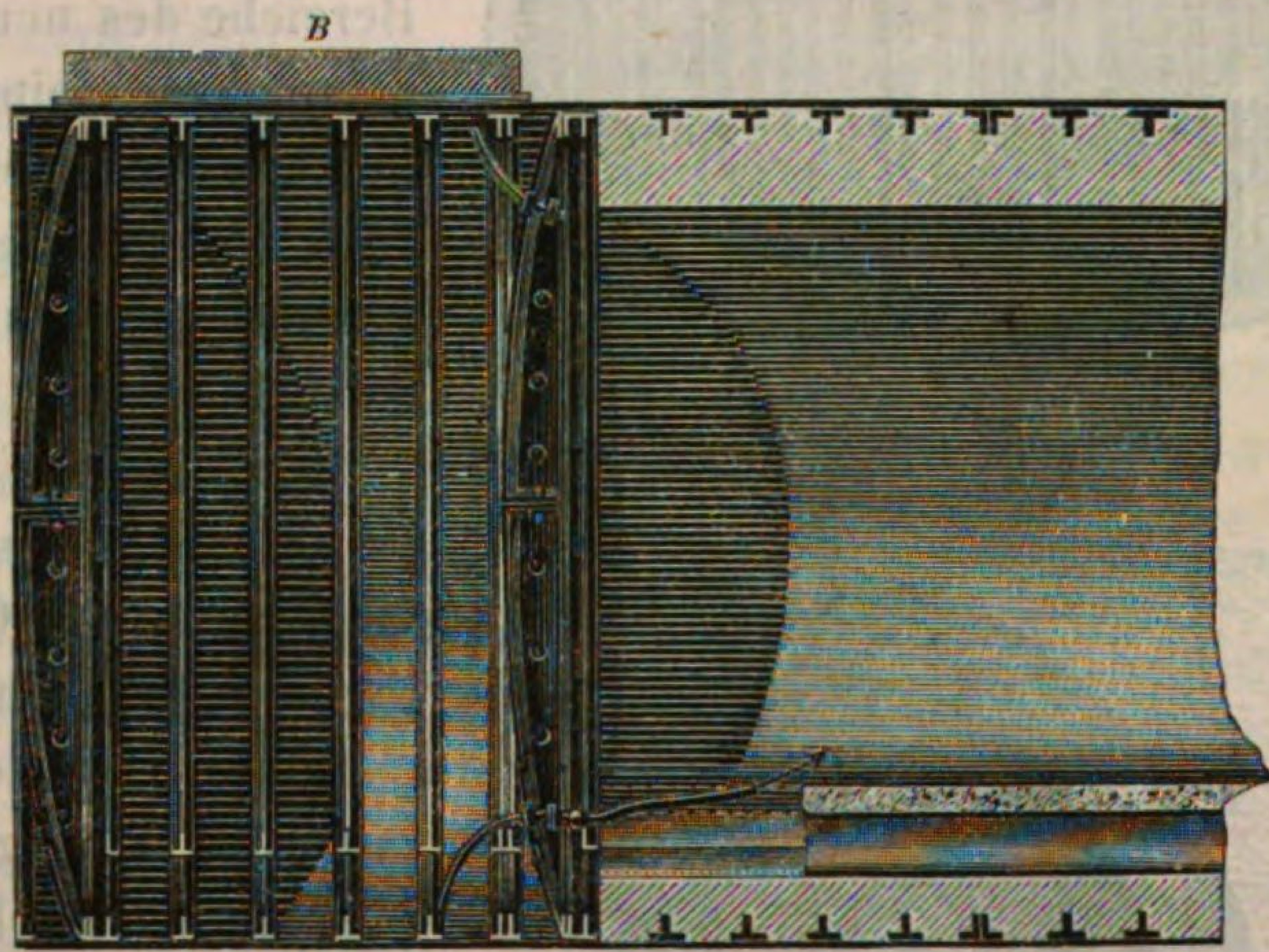
Gruppe unter Anderen vertreten durch die Projecte von Bateman und Revy, von E. Martin et G. le Guay, von Chalmers und von Foster.

Der Letztere beabsichtigt 15 Fuss lange, durch Rippen consolidirte und durch Gewichte beschwerte Sectionen zu versenken, welche mit einem eisernen Schilde vorne verschlossen sind und für deren Lage auf dem Wassergrunde vorher durch eine Baggerung gesorgt wurde.

Die erste Befestigung der Sectionen unter einander soll durch Taucher geschehen, welche zu den Verbindungsstellen sowohl von aussen (frei im Wasser), wie von innen (durch das Mannloch des äusseren Schildes) Zutritt finden.

Die Figur 69 zeigt im Längenschnitte das Ende eines fertigen

Fig. 69.

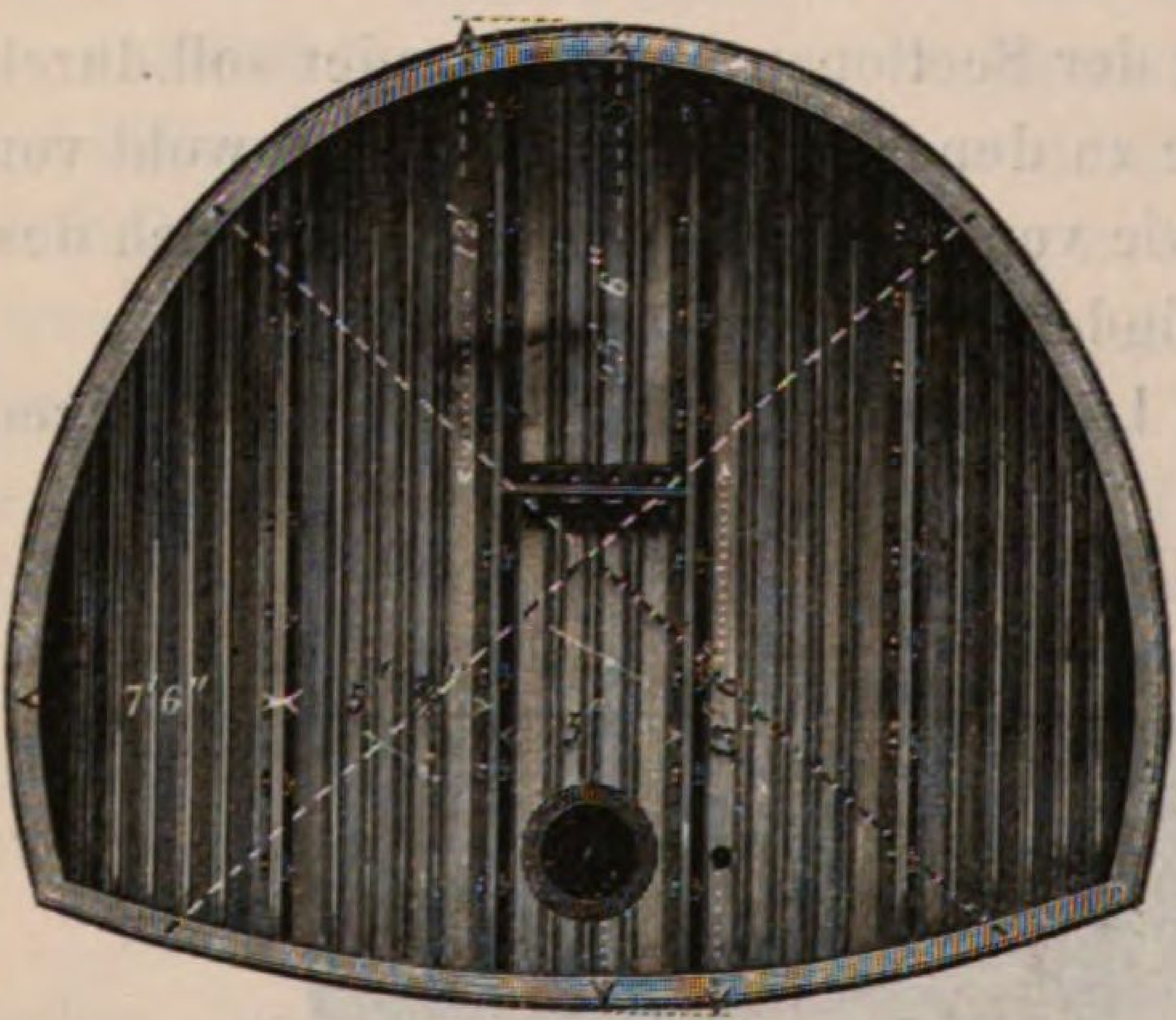


Tunnelstückes mit davor liegendem Schilde und die angekuppelte, neue, mit dem Gewichte *B* beschwerte Section, welche ebenfalls mit einem Schilde versehen ist.

Sobald die Taucher die erste nothdürftige Befestigung der Section vorgenommen haben und durch das Mannloch des äusseren Schildes in das freie Meer- oder Flusswasser zurückgekehrt sind, ist projectirt, das Wasser aus der Section durch den ersten Schild, vermittelst eigens dazu angebrachter Röhren in den fertigen Tunnelraum zu leiten.

Eine durch den oberen Theil des Schildes durchgesteckte Röhre dient zur Einführung comprimirter Luft in die neue Section, presst eventuell das Wasser durch die früher genannte untere Röhre bis zu Tage aus und gewährt die Sicherung gegen eventuelle Wassergefahr bei der Ausmauerung derselben, sofern vor dem Mannloche eine Luftschleusse angebracht wird.

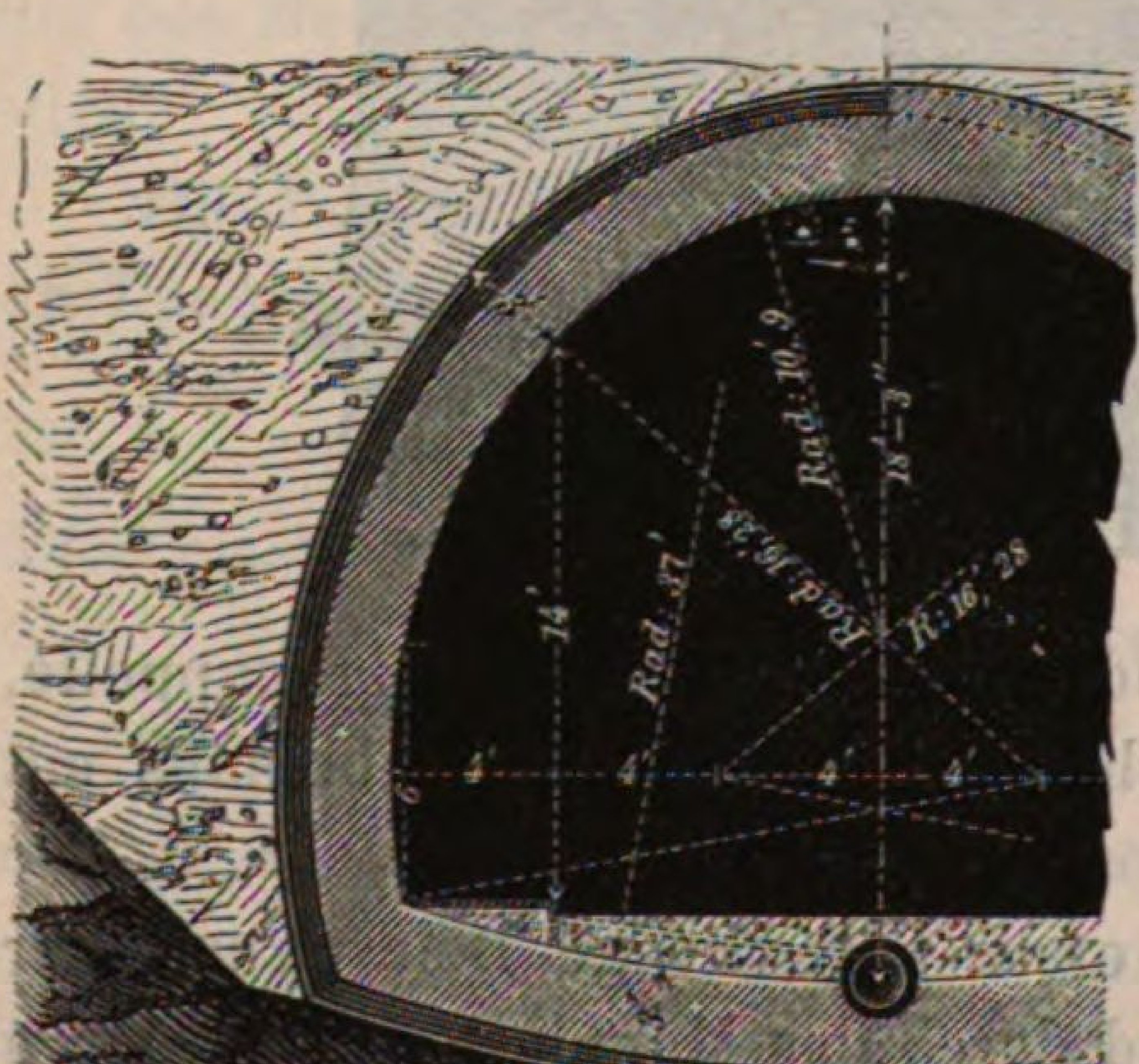
Fig. 70.



Foster hat eine solche Schleusse jedoch nicht projectirt und beabsichtiget, die comprimirte Luft nur zur Austreibung des Wassers zu benützen.

Ist die Verdichtung im Bereiche des neuen Tunnelstückes hinreichend durchgeführt, so beginnt die Wegnahme des inneren Schildes und die Ausmauerung.

Fig. 71.



Der Schild, dessen Construction aus dem Querprofile Figur 70 ersichtlich ist, wird nunmehr auseinander genommen, zu Tage gefördert und vor die nächst hinabzulassende Section geschraubt. Das Profil Fig. 71 zeigt den Querschnitt des Tunnels, die Construction des Profiles, den ausgebaggerten Untergrund und die Hinterfüllung der Röhre.

2. Unterseeischer Tunnel zwischen Frankreich und England.
Project von A. Thomas in Brest. (Maschinenhalle.)

Auch auf der Wiener Weltausstellung war das Project jenes Riesenwerkes vertreten, welches die Ingenieure unserer Zeit nunmehr auszuführen ernstlich beabsichtigen.

Bekanntlich hat schon im Jahre 1802 „Mathieu" dem Consul Napoleon den Plan zu einer unterirdischen Verbindung zwischen Frankreich und England vorgelegt.

Die Kühnheit dieser Idee verscholl zu jener Zeit, und erst der Hebel der Eisenbahnen brachte sie auf's Neue an den Tag, indem im Jahre 1834 Thomé de Gamond ernsthaft mit dem Projecte eines Eisenbahntunnels, welcher aus einer versenkten schmiedeeisernen Röhre mit entsprechender Ausmauerung bestehen sollte, hervortrat.

Im Jahre 1836 projectirte derselbe Ingenieur eine Brücke, weil die Marine sich ungünstig über das Hinderniss der Blechröhre auf dem Meeresgrunde aussprach.

Nachdem auch dieses Project ungünstig beurtheilt wurde, schlug er 1838 vor, einen unterirdischen Tunnel zu bauen, und nachdem auch wieder dieses Project für unausführbar gehalten wurde, beabsichtigte er 1839 die Herstellung einer Meerenge, welche leichter zu überschreiten sein würde.

1844 kam er erneut auf das Project einer unterirdischen Bahn zurück.

Nun blieben die Entwürfe ruhen bis zum Jahre 1851, zu welcher Zeit englische Ingenieure sich den Ideen Gamonds anschlossen und welche in den Jahren 1856 und 1857 den Regierungen von England und Frankreich ernste Vorschläge unterbreiteten.

Im Jahre 1857 trat nun Gamond mit seinem höchst interessanten Buche: „Etude pour l'avant project d'un „Tunnel sous-marin" entre l'Angleterre et la France" vor die Oeffentlichkeit; Napoleon III. begünstigte die Idee einer Verbindung überhaupt, und 1867 ward ein Comité zur Untersuchung der Frage bestellt.

Damit war das Signal zu allseitigem Nachdenken gegeben, und es häuften sich Projecte auf Projecte.

Aus dieser Fluth von Ideen ragten indess nur drei ernsthaft zu würdigende Vorschläge heraus, nämlich:

a) Der Plan von Gamond, einen unterirdischen Tunnel vermittelst 13 künstlich geschütteter Inseln, in denen Schächte geteuft werden sollten, herzustellen;

b) der Plan von Fowler, Wilson & Abernethy, welcher eine vervollkommnete Fähre zur Ueberfahrt ganzer Eisenbahnzüge umfasste, und

c) der Plan von Batemannt und Revy (letzterer ein Oesterreicher), einen Tunnel vermittelst einer versenkten, aber auf dem Meeresgrunde liegenden Röhre herzustellen.

Das erwähnte Comité hatte unterdess seine Studien, welche wesentlich durch die tüchtigen technischen Arbeiten von Gamond gefördert worden waren, vollendet, und traten 1870 namentlich die Ingenieure: Hawkshaw, Brunlees, Low, Talabot, M. Chevalier und de Gamond, mit einem definitiven Projecte eines unterirdischen Tunnels auf, der nur von seinen Endpunkten aus erbaut werden soll und dem die Ausführung eines Versuchsstollens vorhergehen solle.

Die Regierungen von Frankreich und von England leiteten nun internationale Verhandlungen ein und veranlassten Gutachten durch Fachmänner, und erstatteten Combes für Frankreich und Tyler für England die Berichte.

Mittlerweile waren die finanziellen Vorarbeiten so weit gediehen, dass sich am 15. Jänner 1872 die „Channel Tunnel-Company limited“ bilden konnte und die Kosten für die Vorarbeiten gezeichnet wurden.

Nach den neuesten Nachrichten sollen nunmehr die Versuchsstollen ausgeführt werden, und erwartet man schon im Jahre 1876 die Resultate derselben.

Diese Versuchsarbeiten werden insbesondere dahin zielen, festzustellen, ob der Meeresboden wasserundurchlässig sei oder nicht.

Man hegt grosse Hoffnungen auf die Undurchlässigkeit und führt dafür namentlich die Gruben von Cornwall an, welche die Erzgänge bis weit unter dem Meere hin verfolgen.

Schon vom Jahre 1778 wird durch Pryce gemeldet, dass die Erzgänge bis 1·2 Meter Deckenmächtigkeit unter dem Wasser verfolgt wurden, und erstrecken sich thatsächlich in Bottaloch die

Stollen bis 640 Meter von der Küste weg und in Whithaven bis zu Teufen unter das Wasser, welche 70 bis 220 Meter Deckgebirge nachweisen.

Der Meeresgrund im Canale besteht vorzugsweise aus Kreide und Mergel. Man beabsichtigt einen Tunnel von 26.500 Meter Länge herzustellen, dessen etwa in der Mitte liegender tiefster Punkt 130 Meter unter dem Fluthspiegel liegt.

Der Vorstollen soll mittelst der Brunton'schen Bohrmaschine, welche einen kreisförmigen Ausschnitt von 2·1 Meter Durchmesser herstellen wird, zuerst getrieben werden und diesem die Ausweitung folgen.

Das ausgestellt gewesene Project von A. Thomas war Nichts als eine Skizze und hat uns nur Gelegenheit geboten, eine Sache zu berühren, deren technische Durchführbarkeit bei dem heutigen Stande der Tunnelbaukunst, welche uns erlaubt, mit Maschinen rasch vorzudringen, die Baue ausgiebig zu ventiliren und während des Baues durch comprimirte Luft solche Wässer abzuhalten, die nicht in offenen, bis zur Oberfläche reichenden, breiten Spalten eindringen, kaum bezweifelt werden kann — wie kühn die Idee auch scheint.

Gewöhnliches Sickerwasser, wenn es auch reichlich ist, wird nämlich, sobald es den Charakter von Quellen besitzt, selbst bei einer Druckhöhe von 130 Meter pneumatisch noch zurückgehalten werden können, weil die bergmännische Erfahrung dahin geht, dass die Reibung des Wassers in den schmalen Klüften und Quellengängen einen sehr erheblichen Theil der Druckhöhe absorbirt, denn unter Anderem drang man auf der Zeche Rheinpreussen bis in 245 Fuss unter den Spiegel des Rheines und wurde daraus nur verdrängt durch die vollständig schwimmende Beschaffenheit des Gebirges, welche in solcher Ausdehnung im Canaltunnel ebensowenig angenommen werden kann, als die Existenz breiter und überall offener, freier Klüfte.

Es möchte nicht ohne Interesse sein, hier eine Uebersicht der Kostenanschläge zu geben, welche von verschiedenen Projectanten bezüglich der Herstellung einer Schienenverbindung zwischen England und Frankreich überhaupt aufgestellt worden sind.

	Livres Sterling		Livres Sterling
a) Tunnel.		*c)* Brücken.	
Mathieu	—	C. Boutet	8,000.000
J. Hawkshaw . . .	10,000.000	C. Boyd	30,000.000
T. d. Gamond . . .	10,000.000	W. Barlow	—
Vacherot	—		
Winton	—	*d)* Röhren.	
Romington	6,998.200	J. Chalmers	12,000.000
A. Austin	17,100.000	H. Horeau	87,400.000
		C. Marsden	12,260.000
b) Fähren.		T. Batemann	8,000.000
J. Grantham	—	P. Barlow	—
J. Parsons	—	Z. Cotburn	—
J. Fowler	2,000.000	Bishop	22,000.000

IX. Capitel.

Tunnelprofile.

Die Construction der Tunnelprofile war auf der Ausstellung vornehmlich durch das Profil vom Reinartzkehler Tunnel (vergleiche Figur 50), durch das Forster'sche Tunnelprofil (vergleiche Figur 71), durch das in natürlicher Grösse ausgestellte, vielfach bekannte Profil vom Mont-Cenis-Tunnel, dann durch das 8·0 Meter grösste Breite in 2·72 Meter Höhe über Schie-

Fig. 72.

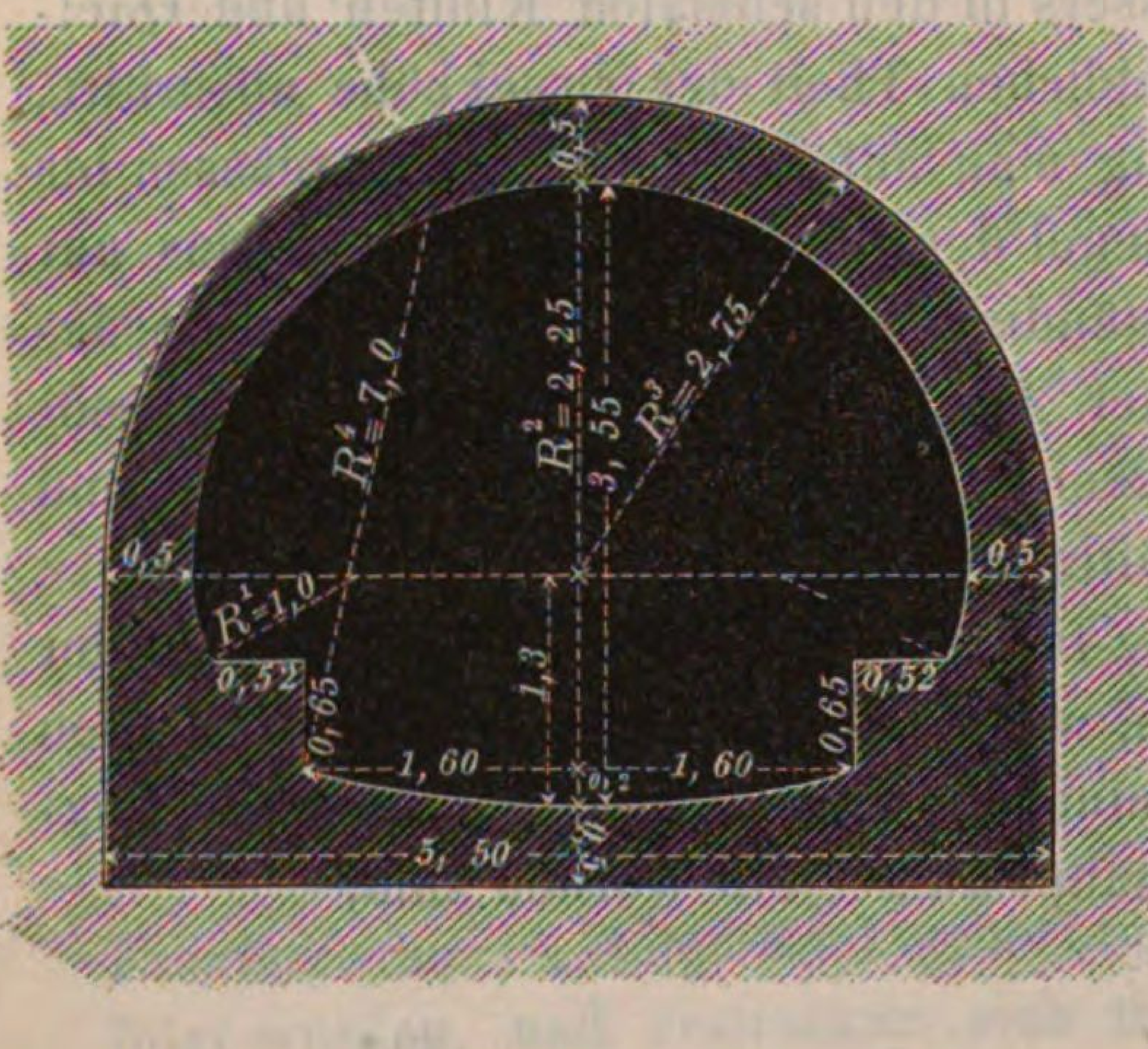
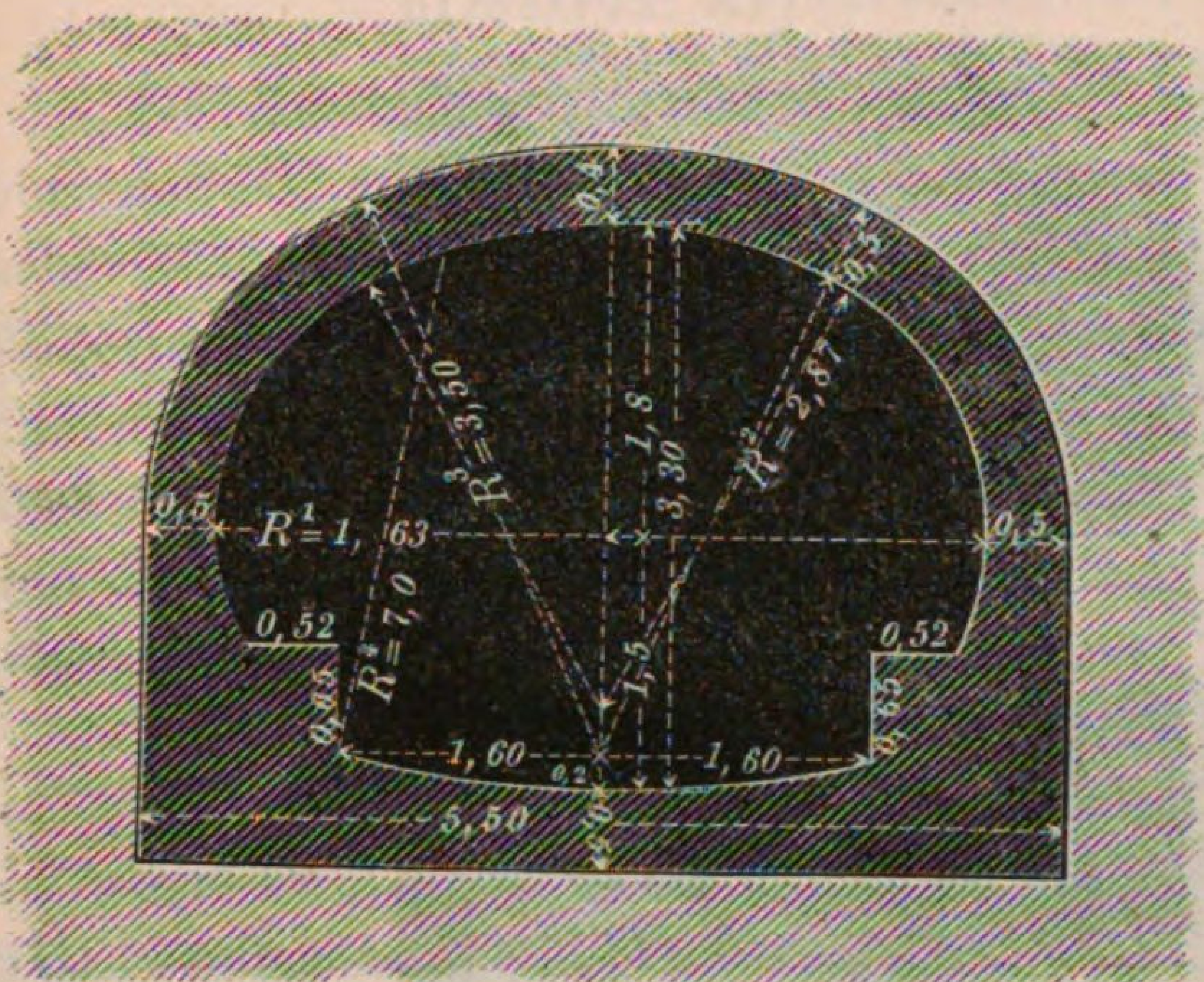
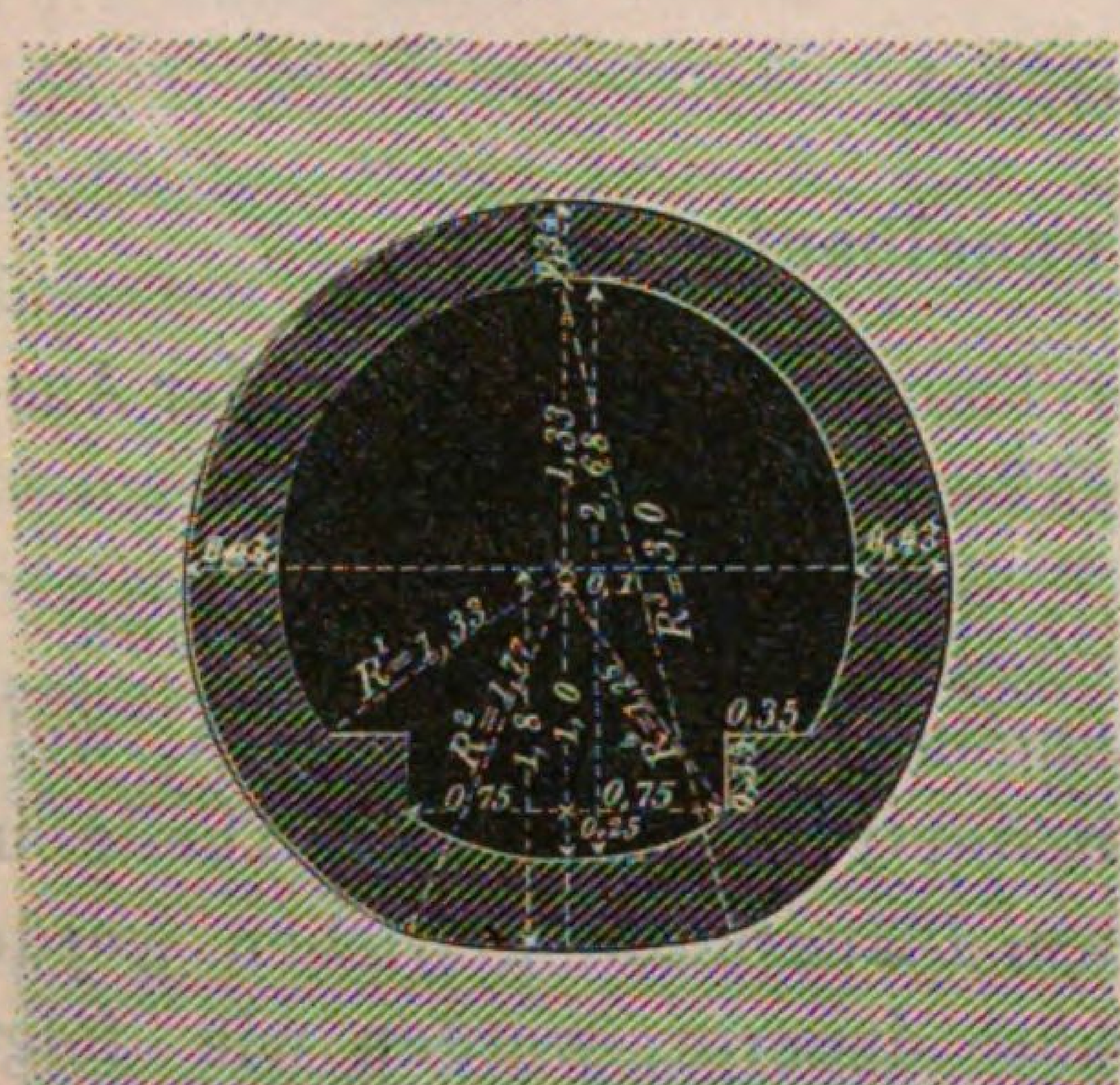


Fig. 73.



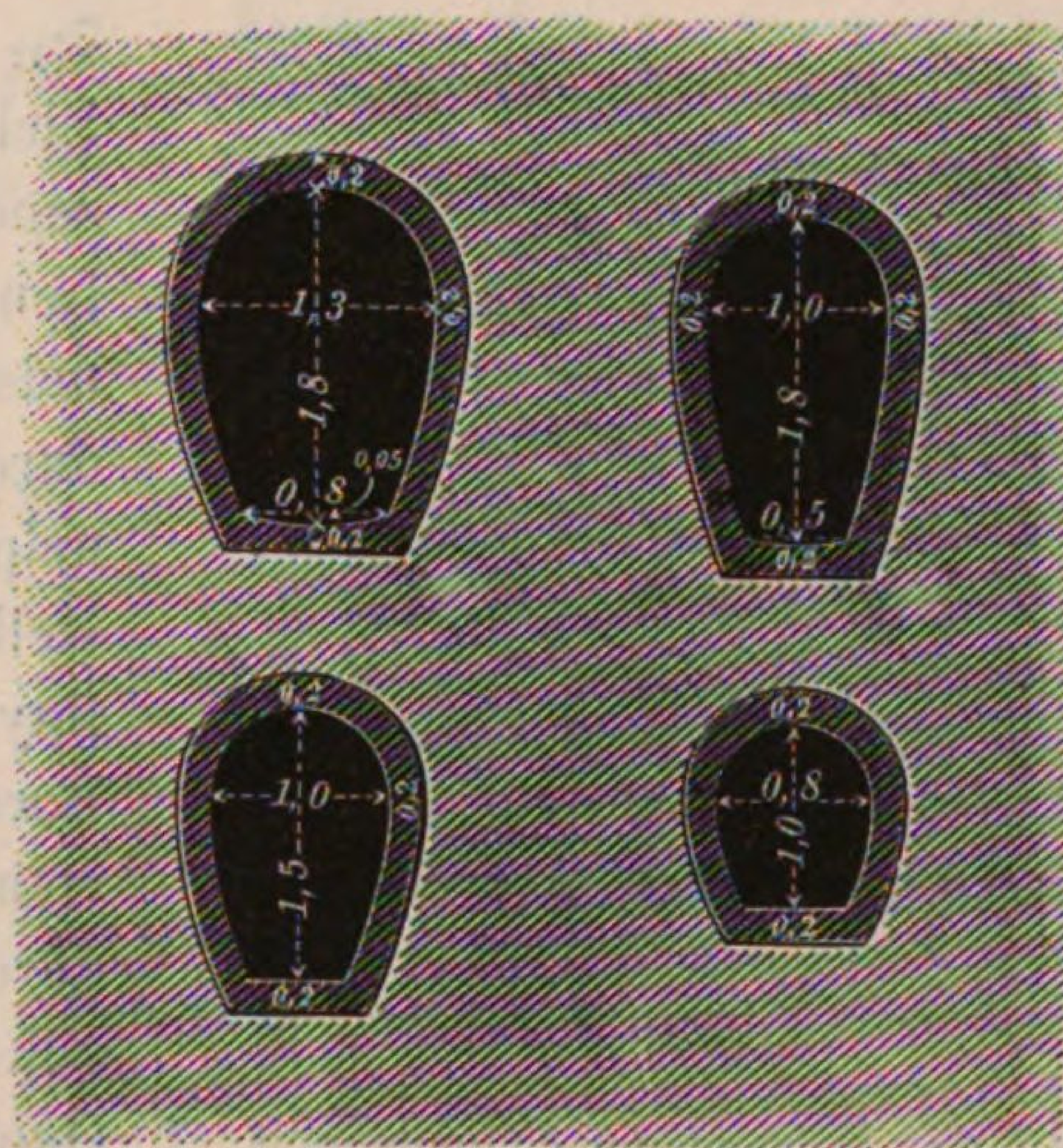
nenoberkante und 7·32 Meter grösster Lichthöhe messende Profil des Lengericher Tunnels und endlich durch die Canaltunnelprofile dargestellt, welche im Rayon der Stadt Bordeaux angewendet werden und deren Charakteristik aus den beigegebenen 7 Querschnitten (Figuren 72 bis 75) ersichtlich ist.

Fig. 74.



Es bietet sich hier Gelegenheit zu bemerken, dass die schon mehrfach angeregte, jedoch noch immer nicht gelungene Einführung eines einheitlichen Tunnelprofiles einen ganz ausserordentlichen Fortschritt im Fache des Eisenbahnbaues bekunden würde. Die Annahme eines einheitlichen Profiles würde nämlich die Praxis der Constructionen durchaus nicht schädigen, weil man nicht in der Lage ist, das theoretisch richtigste Profil für jede verschiedene, im Laufe eines Tunnelbaues, oder im Zuge einer Bahn auftretende Gebirgsart anzuwenden; vielmehr würde der Gebrauch eines solchen Einheitsprofiles im grossen Ganzen eine hervorragende Ersparung bedeuten, weil damit die Wiederverwendung der Lehrbögen und die allgemeinere Anwendung eiserner Rüstung ermöglichet würde.

Fig. 75.



X. Capitel.

Kosten der Tunnelbauten.

Das Gebiet der Kosten des Tunnelbaues war auf der Ausstellung durch drei diesfällige Angaben vertreten:

a) Ausstellung der Venlo-Hamburger Eisenbahndirection.

Die Kosten des 763 Meter langen Lengericher Tunnels, welcher in $^1/_3$ seiner Länge im Plänermergel, im übrigen Theile in grösstentheils feststehendem, mildem Plänerkalke getrieben wurde und dessen Bau fast genau 3 Jahre dauerte, wurden wie folgt angegeben:

	Thaler
1. Bergmännische Arbeiten	192.969
2. Maurerarbeiten	40.142
3. Maurermaterialien	65.045
4. Zimmerarbeiten	7.882
5. Zimmermaterialien	38.156
6. Schmiedearbeiten	4.004
7. Portale	6.174
8. Insgemeinkosten	65.762
Summe .	420.134
oder pro laufenden Meter Tunnel rund	550

b) Ausstellung der königl. Bergisch-Märkischen Eisenbahn-direction; Reinartzkehler-Tunnel.

Die Kosten dieses zweigeleisigen, 870 Meter langen Tunnels betrugen 537.400 Thaler, also rund 610 Thaler = 915 fl. österreichischer Währung pro laufenden Meter, wobei zu bemerken, dass das Widerlager und Gewölbe eine Stärke zwischen $2^1/_2$ und 3 Fuss, das durchgehende Sohlengewölbe eine Stärke von 2 Fuss hat; dass das Mauerwerk mit hydraulischem Mörtel hergestellt wurde, und dass das Wölbematerial (Ziegel) 8 Meilen weit per Bahn herbeigeschafft werden musste.

c) Baudirection der österreichischen Nordwestbahn.

Die zwei Tunnels im Zuge der garantirten Linien dieser Eisenbahngesellschaft, nämlich der 35 Meter lange doppelgeleisige Tunnel bei Gröschelmauth und der 420 Meter lange eingeleisige Tunnel bei Parschnitz haben zusammen 252.108 fl., im Durchschnitte also 556 fl. pro laufenden Meter gekostet; der erstere Tunnel hat pro laufenden Meter 1256 fl., der letztere pro laufenden Meter 495 fl. österreichischer Währung gekostet.

Diese Kostenergebnisse bestätigen den in neuerer Zeit gewonnenen Erfahrungssatz, dass die Tunnelbauten vermöge der vielseitigen technischen Verbesserungen im Bauverfahren und vermöge der Grösse des Uebungsfeldes bedeutend billiger, denn ehedem geworden sind.

Man kann diesen Satz durchaus nicht mit Vorführung von Kosten einzelner Objecte aus der älteren und neueren Zeit belegen, weil gerade die Tunnelbaukosten ganz ungemein von der Localität und Specialerfahrung des bauleitenden Ingenieurs abhängen und durch diese beiden Momente Preisdifferenzen erzeugt werden, wie sie ausser bei der „Fundirung" auf keinem anderen Gebiete der Ingenieurbaukunst auftreten.

Um nun den vorhin genannten Satz hier näher motiviren zu können, sind summarische Durchschnittskosten einer grösseren Anzahl von Tunnelbauten und Kosten einzelner, schwieriger Tunnels aus älterer und neuerer Zeit in Folgendem zusammengestellt worden, in welcher Zusammenstellung 1 Thaler = 1 fl. 70 kr. österr. Währ. B.-N. gerechnet wurde.

Zweigeleisige Tunnel	Bauzeit	Gesammtlänge in Meter	Kosten pro laufenden Meter — Gulden österr. Währ.
Vier Semmering-Tunnel . . .	1848—1852	2.319.4	2.060.1
Drei Karst-Tunnel	1852—1857	1.107.7	1.932.2
15 Tunnels der Rhein-Nahe-Bahn	1857—1860	3.579.6	727.6
159 Tunnel in Deutschland . .	1830—1868	52.482.0	648.8
31 Tunnel in Frankreich . . .	1847—1871	15.155.0	679.4
Preise einzelner langer und besonders schwieriger zweigeleisiger Eisenbahntunnel.			
Kilsby in England	1834	2.204.0	1.432.2
Semmering - Haupttunnel in Oesterreich	1848—1852	1.407.8	2.174.4
Naenser und Ippenser Tunnel [1]) in Braunschweig	1862—1865	1.084.4	1.051.8
Hauensteintunnel [2]) in der Schweiz	1853—1858	2.496.0	815.2
Altenbeckener Tunnel [3]) in Preussen	1861—1865	1.627.8	824.0
Hoosactunnel in Amerika . .	1858—1874	7.634.5	3.818.6
Mont-Cenis-Tunnel [4])	1859—1871	12.233.5	2.887.5

XI. Capitel.

Repräsentation bedeutender Tunnelbauten.

1. Der Mont-Cenis-Tunnel, repräsentirt durch ein von der Direction der oberitalienischen Eisenbahnen

im Hoftract ausgestellt gewesenes Modell des Portales und Tunnelanfanges in Originalgrösse, und durch eine Original-Sommeiller'sche Bohrmaschine.

Offenbar war es die Absicht, durch das vermöge seiner Grösse und günstigen Ausstellungslage allen Besuchern in die Augen fal-

1) Fast durchwegs Sohlengewölbe und überall Quadermauerwerk.
2) Exclusive der Verluste des Unternehmers.
3) Meist Blendmauerwerk aus Bruchstein.
4) Die Kostenangaben schwanken zwischen 2342 fl. und 3433 fl. pro laufenden Meter.

lende Portal vom Mont-Cenis-Tunnel die Erinnerung an eines der grössten Werke der Baukunst, welche jemals ausgeführt worden sind, kräftig aufzufrischen und in der Ausstellung einer Original-Sommeiller'schen Bohrmaschine den Gedanken wachzurufen, dass das Gelingen dieses Riesenwerkes einer unendlichen Summe Nachdenkens Seitens der Constructeure der Bohrmaschinen und der Luftcompressoren, als welche erstere wir hier Sommeiller, Bartlett, Grattoni, Grandis und Colladon nennen müssen, bedurfte.

In diesem Sinne aufgefasst, kann uns das ausgestellte Riesenmodell nur den Anlass zu einem kurzgefassten Ueberblicke über die Entstehung und Durchführung dieses Riesenwerkes geben.

Unter den Wegen, welche aus Italien nach dem Norden führen, und auf denen die Cultur und der Krieg wechselvoll schritt, ist jener über den Mont-Cenis einer der ältesten; Constantin der Grosse betrat ihn im Jahre 312, Karl der Grosse 773, der Kaiser Rothbart 1174. Weniger seine technische Lage in einer Culminationshöhe von 6354 Pariser Fuss (St. Gotthard-Pass = 6508 Pariser Fuss, Splügen = 6517 Pariser Fuss, Bernhardin = 6351 Pariser Fuss, Simplon = 6218 Pariser Fuss), als seine geographische Lage war es, welche diesen Weg bei Zeiten cultivirte, und unter den Strassenbauten über die West- und Schweizer Alpen war es wiederum die Strasse über den Mont-Cenis, welche als eine der ersten errichtet wurde; denn in den Ostalpen wurde die alte Strasse über den Semmering 1728, jene über den Brenner 1772 fahrbar gemacht, und in den Schweizer und Westalpen wurde, wie wir schon früher erwähnt haben, die Strasse über den Simplon 1801 bis 1807, über den Mont-Cenis 1803 bis 1810, über den Bernhardin 1819 bis 1823, über den Splügen 1818 bis 1824 und über den St. Gotthard 1820 bis 1830 hergestellt.

Mit diesen Strassenbauten wurde ein Verkehrsbedürfniss zwischen Italien und dem Norden gekennzeichnet, welches durch die Erstehung der Eisenbahnen in ein neues Stadium trat.

Das Bedürfniss, das neue Verkehrsmittel auch über die Alpen zu erstrecken, trat schon im Jahre 1832 hervor, als der Italiener Medail die Herstellung eines Tunnels zwischen Modane und Bardonnèche ernsthaft vorschlug.

Sismonda und Mauss nahmen im Jahre 1845 das Project einer unterirdischen Verbindung zwischen Oberitalien und Frankreich neu auf, und die sardinische Regierung liess es von dem Ingenieur Ranco begutachten.

Das Gewicht der Politik, welche zwischen Frankreich und Piemont ausgetauscht wurde, nahm mittlererweile eine solche Bedeutung an, dass 1855, angeregt durch die technischen Erfindungen von Bartlett und Colladon: Cavour und Napoleon eifrig die Absicht betrieben, durch einen unterirdisch gestreckten Schienenarm dieser, ihrer Politik Nachdruck zu verleihen.

Am 29. Juni 1857 genehmigte die Turiner Kammer, nachdem die technischen Versuche in der Nähe von Genua die Ausführbarkeit der maschinellen Bohrung nach dem Systeme von Sommeiller, Grandis und Grattoni erwiesen hatten, die Inangriffnahme des Tunnelbaues durch den Mont-Cenis, und bereits am 31. August desselben Jahres zündete der König Victor Emanuel die erste Mine an dem Riesenwerke.

Im Jahre 1861 wurde die maschinelle Bohrung auf der Seite von Bardonecchia und 1863 jene auf der Seite von Modane ins Werk gesetzt.

Zu Weihnachten, am 26. December 1870, riss die letzte Stollenmine den Rest jenes Gesteines fort, dessen Uebersteigung den ganzen Culturgang zwischen Nord und Süd so furchtbar gehemmt hat, und wenn das Werk auch einen Preis erheischte, der den anfänglich gedachten weit überstieg, so hatte der italienische Minister, „General Menabrea“, der eifrige Förderer des Werkes, doch Recht, wenn er im Jahre 1871 schrieb, „dass die Völker an den Wunden nicht sterben, welche durch Gold für so hohen Zweck geschlagen werden“.

Cavour aber und Sommeiller sahen den Tag nicht mehr, an dem die Politik und die Technik jede einen ihrer grössten Triumphe feierten! —

Der Mont Cenis-Tunnel ist nach genauer Messung gegen die projectirte Länge von $12.220 \cdot_{00}$ Meter in Wirklichkeit $12.233 \cdot_{5}$ Meter $= 1._{665}$ deutsche Meilen lang.

Zu seiner Herstellung wurden 120.000 Cubikmeter bearbeitete Mauersteine, 16,000.000 Stück Ziegel, 20.000 Centner Kalk, $3^1/_2$

Millionen Meter (= circa 466 deutsche Meilen) Bohrlochslänge, 20.000 Centner Pulver, und $14^1/_3$ Jahre Arbeitszeit aufgewendet, da die Eröffnung des Bauwerkes erst vor Schluss 1871 erfolgte.

Die anfänglich auf 41,400.000 Francs präliminirten Kosten stiegen nach mehrfachen Angaben auf nahezu 100,000.000 Francs und haben vom December 1867 ab die Ingenieure Grattoni und Sommeiller einen Accordpreis von 9617 Frcs. pro laufenden Meter Tunnel erhalten.

An der Herstellung des Mont-Cenis-Tunnels hat sich indirect ein Oesterreicher, der Oberingenieur Kraft, Vorstand der Maschinenwerke zu Seraing, in hervorragender Weise betheiliget, weil diese Gewerkschaft, welche auf der Wiener Weltausstellung, wie schon erwähnt, die St. Gotthard-Bohrmaschinen exponirte, die Bohrmaschinen für den Mont-Cenis-Tunnel geliefert hat. Bezüglich der mit den Bohrmaschinen im Mont-Cenis-Tunnel erreichten generellen Fortschritte, verweisen wir auf die früher (pag. 393) gegebene Tabelle.

2. Der Sutrotunnel.

Dieser berühmte Tunnelbau in Nordamerika, welcher auf der Ausstellung durch ein Längenprofil dargestellt war (amerikanische Abtheilung), dient allerdings nicht den Zwecken eines Eisenbahnbaues, sondern den Zwecken des Bergbaues und insbesondere der Aufschliessung des berühmten Comstockganges; seine Herstellung ist aber ein so bedeutendes Werk der Neuzeit, dass es in einem Berichte über Tunnelbau füglich nicht übergangen werden kann, zumal seine Profilgrösse der eines eingeleisigen Bahntunnels fast gleichkommt.

Nachdem im Gold-Canon, einem östlichen Flusse der Sierra-Nevada im Jahre 1849 das erste Gold entdeckt wurde, fanden Peter O'Reilly und Patrick Mac Laughlin im Jahre 1858 und 1859 im Sixmiles-Canon Schwefelsilbererz mit gediegenem Golderze und nahmen James Fennimore, nach Anderen Phinney ein Grubenfeld, das sie an ihren Gefährten Henry Comstock verkauften und dessen Name seitdem zur Bezeichnung dieses ungemein wichtigen Grubenfeldes angewendet wird.

Der fabelhafte Reichthum der Erze veranlasste die Entstehung zahlreicher Gruben auf diesem von v. Richthofen, J. Ross Browne und Rossiter W. Raymond näher beschriebenen Gange, welche jede für sich bauen und desshalb grosse Nebenkosten haben.

Von den 45 Gruben, welche schon im Jahre 1868 auf dem Comstockgange bauten, und die zu jener Zeit bereits 18.739½ englische Fuss Feldeslänge besassen, bauten viele trotz des ausserordentlichen Reichthumes der Erze mit sehr ungleichem finanziellen Erfolge.

Da trat, um diesem Uebelstande abzuhelfen, ein deutscher Ingenieur, Adolf Sutro, mit dem Projecte auf, einen tiefen Stollen zu bauen, welcher zur Lösung der Wasser und zur Förderung der Erze dienen, also die Generalkosten der einzelnen Gruben wesentlich vermindern sollte, wie wir den gleichen Vorgang in den tiefen Wasserstrecken am Harze und im Erzgebirge kennen. Wie rationell der Vorschlag Sutro's auch war, so stiess er dennoch auf solche Schwierigkeiten, dass, obzwar sein Project schon aus dem Jahre 1865 datirt, er mit dem Baue doch erst am 19. October 1869 beginnen konnte.

Seitdem wird dieser Tunnelbau auf das Eifrigste betrieben und man schätzt mit Recht, dass die durch ihn gelösten Gruben seinerzeit enorme Vortheile haben werden.

Die Wichtigkeit dieser Comstockgruben geht am besten daraus hervor, wenn ihre gegenwärtige Ausbeute mit einigen anderen Edelerzrevieren verglichen wird.

Es betrug nämlich der Werth der jährlichen durchschnittlichen Edelerzförderung in runder Summe:

	Gulden österr. Währ.
Comstockgruben (1859—1872)	19,391.504
Gruben am Cerro in Peru (1545—1789)	8,256.838
Guanajuateo in Mexico (1766—1834)	8,137.147
Pachuca in Mexico (1851—1862)	3,789.018
Přibramer Gruben (1874)	2,094.645
Veta grande in Mexico (1790—1840)	1,890.033
Real del Monte (1849—1862)	1,545.753
Gruben am Harz (1869—1873)	71.860
Production auf der ganzen Erde nach Neumann (1851—1873)	432,600.000

Der Bau des Sutrostollens umfasst bis zur Savagegrube, welche er mit 1970 Fuss unterteuft, eine Totallänge von 20.145 Fuss (= 6144·$_2$ Meter); er wird durch das Mundloch und durch 4 Hauptschächte betrieben, und steht der Schacht Nr. I in 4915 englische Fuss Entfernung vom Stollenmundloche mit 523 Fuss Teufe; Nr. II in 9065 englische Fuss Entfernung vom Stollenmundloche mit 1041 Fuss Teufe; Nr. III 13.545 englische Fuss Entfernung vom Stollenmundloche mit 1361 Fuss Teufe; Nr. IV in 17.695 englische Fuss Entfernung vom Stollenmundloche mit 1485 Fuss Teufe.

Das projectirte Ende des Tunnels steht in einer Teufe von 2172 englischen Fuss unter dem Ausgehenden des Ganges.

Der Stollenquerschnitt ist im festen Gesteine ein kreisförmiger von 12 Fuss Durchmesser mit 1 Fuss breiten Bermen in $3^1/_2$ Fuss Höhe über der Sohle zur Aufnahme der Eisenbahnschwellen für ein Doppelgeleise. Da, wo gemauert werden muss, hat die Wasserseige eine Höhe von $3^1/_2$ Fuss, eine Förderraumshöhe von 8 Fuss und eine Sohlenbreite von 12 Fuss. Die Wasserseige ist bestimmt, ein Wasserquantum von 90.867 Liter = circa 2940 preussische Kubikfuss pro Minute abzuführen.

Die Kosten der Förderung, der Ventilation und der Wasserhebung, welche gegenwärtig, je nach der Tiefe der Gruben und je nach den localen Verhältnissen 1 fl. 6 kr. bis 2 fl. 12 kr. österr. Währung pro Centner Erz betragen, und welche sich durch die Tieferdringung der Gruben immer vergrössern müssen, werden nach Vollendung des Stollens auf circa 21 Kreuzer pro Centner sinken.

Der Bau des Sutrostollens, oder wie man ihn an Ort und Stelle nennt, des Sutrotunnels, ist einschliesslich der 4 Gegenorts- und der Wetterschächte auf 5,821.330 Gulden österr. Währ. pro laufenden Meter, also auf circa 947·$_0$ Gulden österr. Währ. veranschlagt.

Das g a n z e U n t e r n e h m e n ist jedoch auf rund 9,500.000 Gulden veranschlagt, weil die beiden Flügelörter, mit denen der Gang ausgerichtet werden muss, allein einen Kostenbetrag von circa 3,680.000 Gulden beanspruchen.

Zur Auffahrung werden Bohrmaschinen, und zwar besonders das System Burleigh verwendet.

XII. Capitel.

Förderung, Ventilation und Wasserhaltung.

Auf dem hier genannten technischen Gebiete bot die Ausstellung sehr viel Interessantes. Da dieses Gebiet jedoch vorzugsweise in den Rahmen der Bergbaukunst fällt, so werden wir seine Vertretung nur ganz kurz und nur in jenen Objecten besprechen, welche auch für den Tunnelbau Interesse haben.

§. 1. Förderung.

a) Senkrechte Förderung.

Auf diesem Gebiete waren Fördermaschinen aus dem Kladnoer und dem Wurmreviere; ferner verschiedene Fangvorrichtungen, insbesondere die Systeme von Nyst, von Krenski, Kneisel, Fontaine, von Fourdrinier & Aytoun, endlich das weitverbreitete System von Whit & Grant; auch eine Seilscheibe von J. Schmüd vertreten.

b) Stark geneigte und nahezu horizontale Förderung.

Die in diese Gruppe gehörigen, ausgestellten Förderwagen haben für uns nur geringes Interesse, weil sie meist, dem Kohlenbergbau dienend, geringes Ladequantum und sonstige Einrichtungen besitzen, welche im Tunnelbau selten praktische Verwendung finden.

Was die ebenfalls in diese Gruppe rangirenden Bremsbergförderungen und sonstige aussergewöhnliche Fördermethoden betrifft, so sind dieselben bereits oben im III. Abschnitte besprochen worden.

Die ebenfalls in die hier genannte Gruppe rangirenden Locomctivmaschinen für Streckenförderung und Interimsbahnen sind ebenfalls bereits früher im III. Abschnitte abgehandelt worden.

§. 2. Ventilation.

Die Frage der Ventilation tritt beim Tunnelbaue desshalb immer mehr und mehr in den Vordergrund, weil die Neuzeit sehr langgestreckte Tunnelbauten mit Ausschluss von Schachtanlagen fordert.

Die Forçirung solcher langer Tunnel bedingt eine sehr starke, an verschiedenen Orten arbeitende Belegschaft und einen sehr bedeutenden Verbrauch von Sprengmaterial innerhalb kurzer Zeiten, also eine sehr kräftige Ventilation.

Die Zuführung der nöthigen frischen Luft kann nun bei langen Tunnelbauten, welche ohne Schächte herzustellen sind, in dreifacher Weise erzielt werden, nämlich:

a) durch die Ausströmung der comprimirten Luft bei eventueller Anwendung von Bohrmaschinen.

b) durch rasch niedergebrachte, tiefe Bohrlöcher vermittelst des schon geschilderten Diamantröhrenbohrers; und

c) durch eigene Ventilationsmaschinen, respective Wetteröfen.

Unter diesen Ventilationsmitteln genügt bekanntlich das erstgenannte allein nicht überall, das zweite ist nur unter dafür günstigen localen Verhältnissen zulässig, und muss desshalb bei sehr langen Tunnelbauten meist zur künstlichen Ventilation geschritten werden.

Es ist eine etwas auffällige Erscheinung, dass diese künstliche Ventilation von den Tunnelingenieuren in sehr vielen Fällen noch ausserordentlich unbeholfen angewendet wird, während doch die Bergbaukunst auf dem Gebiete der Ventilation ganzer und weit verzweigter, verschiedene Horizonte und sehr entlegene, nur winkelig zugängliche Betriebsorte besitzender Grubengebäude in den letzten Jahren geradezu grossartige, technische Errungenschaften feiert. Diese Errungenschaften sind umso höher anzuschlagen, als sie mit zu den erhabensten gehören, welche jemals auf dem Gebiete der Bergtechnik erzielt worden sind, und welche die Gasexplosionen energisch bekämpfen, also wider den Tod siegreich streiten!

Im Gegensatze zu diesen grossartigen Leistungen wenden nun in der Regel die Tunnelingenieure Ventilationsapparate an, welche viel zu wenig Luft zuführen, und müssen wir hier ganz energisch darauf hinweisen, dass auch der Tunnelingenieur sich diese grossartigen Ventilationserfahrungen umfänglich eigen zu machen habe.

Es gehört nicht hierher, über den Verbrauch von frischer Luft in einem Tunnelbaue eingehend zu sprechen, umsomehr als jeder einzelne Fall vermöge der localen Verhältnisse und der localen An-

forderung (Zahl, Distanz, Höhenlage und Ausdehnung der Betriebsörter, Sprengarbeit etc.) für sich berechnet werden muss.

Nach den neueren Erfahrungen und im Hinweise auf die geradezu classichen Arbeiten, welche die berühmten Bergingenieure Combes, Burat, Ponson und Guibal, Serlo, Pfähler, Bluhme, Busse, Rohr, Lottner und Broja, dann Rittinger, Musil und Hauer bezüglich der Zusammenstellung von Erfahrungen über Grubenventilation geliefert haben, muss man füglich annehmen, dass in einem Tunnelbaue, dessen Vorstollen mit Bohrmaschinen bearbeitet wird, und dessen Ausweitung diesem Stollen rasch folgen muss, sehr leicht das Bedürfniss eintreten kann, einen Ventilator anzuwenden, welcher eine Leistungsfähigkeit von 50 Kubikmeter frischer Luft pro Secunde und darüber besitzt.

Eine solche Anforderung contrastirt allerdings ungemein gegen die bisher üblichen Gewohnheiten beim Baue sehr langer Tunnel; sie wird aber durchaus nicht überraschen, wenn darauf hingewiesen wird, dass man schon Ventilatoren besitzt, welche weit grössere Bedürfnisse befriedigen müssen. Denn auf der Grube Usworth bei New-castle steht ein Ventilator (System Guibal), welcher bei $13 \cdot_{716}$ Meter Durchmesser 4162 Kubikmeter pro Minute = circa 70 Kubikmeter pro Secunde ansaugt; auf den Gruben Bishop Auckland in England befindet sich ein Ventilator (System Cooke), welcher pro Minute 5562 Kubikmeter, also pro Secunde circa 93 Kubikmeter Luftquantum in Wirklichkeit liefert; endlich auf der Grube Usworth-Colliery bei Washington arbeitet ein Guibal'scher Ventilator von $14 \cdot_{63}$ Meter Durchmesser und $94 \cdot_{8}$ Kubikmeter Luftquantum pro Secunde Leistung.

Diese gewaltigen Errungenschaften im Bergbaue, um welche sich bezüglich der Construction insbesondere Combes, dann unser leider zu früh dahingegangener Rittinger, ferner Struve, Fabry, Lemielle, Glepin, Letoret, Root, Evrard, Nasmyth, Cooke und Guibal, endlich auch Schiele und Dinnendahl (letztere Beiden allerdings um kleinere Ventilatoren) ganz besonders verdient gemacht haben, waren auf der Ausstellung namentlich durch das System Guibal (belgische Abtheilung) vertreten, welches 1873 in England bereits an 100, in Belgien an 69, in Frankreich an 58, in Deutschland an 28, in Spanien an einem Orte im Betriebe stand. In den meisten Fällen

sind diese Systeme für 30 bis 40 Kubikmeter pro Secunde construirt, wie dies die interessanten Zusammenstellungen von Hauer, Guibal, Musil, Lottner uud Pfähler näher erweisen.

Mit diesen Thatsachen, welche neuerlich durch die höchst interessante Abhandlung des Bergrathes Pfähler über die Wetterführung auf Sulzbach-Altenwald belegt worden sind, ausgerüstet, sind wir Tunnelingenieure nach dem heutigen Standpunkte der Wissenschaft vollkommen in der Lage, jenen Dispositionen eines langen Tunnels den Vorzug einzuräumen, welche den Nachtheil der erschwerten Ventilation reich durch jene Vortheile überbieten, die sich in Ersparung an Zeit und Geld ausdrücken. Man darf dabei nur niemals übersehen, dass die Ventilation eine hochentwickelte Specialität des Bergbaues ist, und dass sie demnach völlig wissenschaftlich behandelt werden muss; denn wir müssen mit Pfähler übereinstimmen, wenn er sagt:

„Schlecht weht der Wind,
der keinen Vortheil bringt."

Wir fügen diesen kurzen Bemerkungen über Ventilation noch eine dem Tunnelbauingenieur interessirende Tabelle über die grössten, dermal (1876) bekannten Grubenventilatoren bei.

Gruben-Ventilatoren.

Quelle	Land	Grube	System	Durchmesser, Meter	Flügelbreite, Meter	Theoretisches Quantum pro Secunde, Kubikmeter	Wirkliches Quantum pro Secunde, Kubikmeter	Depression, Millimeter	Umdrehungen pro Minute	Pferdestärke	Bemerkung
Glückauf, Nr. 18, Jahrg. 1871. „Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Salinenwesen": (Pfähler, p. 72) XX. Bd., . . .	England	Usworth bei Newcastle	Guibal	13.715	3.657	—	69.3	Wassersäule 69	40	114.62	Nutzeffect 56.63 Procent oder 64.9 Pferdekraft —
(Broja, pag. 165) XXII. Band . .	„	Northon Pitt (Herrn Harrison gehörig)	Waddle	7.619	—	—	22.2	—	50	—	—
„ „ 166) XXII. „ . .	„	Washington Colliery bei Washington	Guibal	10.972	3.657	56.6	—	—	38	—	—
„ „ 166) XXII. „ . .	„	Usworth Colliery bei Washington, Station	„	14.630	3.657	—	94.3	—	—	—	—
„ „ 166) XXII. „ . .	„	Pemberton Colliery bei Wigan	„	14.020	4.521	—	70.8	—	30	—	—
(Nonne, pag. 73 u. 84) XXI. Bd.	Deutschland	Diagramm der Fabrik Sievers & Comp.	„	12	3.60	81	—	120	60	205	—
„ „ 73 „ 84) XXI. „	„	Diagramm der Fabrik Sievers & Comp.	„	11	3.30	62	—	101	60	132	—
(Bluhme, pag. 186) XIII. Band .	Belgien	bei Mons	„	10	3	100	—	—	—	—	60 Pferdekraft Nutzeffect
Lottner-Serlo, Bergbau, Ergänzungsband pag. 190	England	Bishop Auckland	Cooke	2.510	Länge 5.021	—	92.7	78.5	—	—	—

§. 3. Wasserhaltung.

Die Wasserhaltung bei einem Tunnelbaue kann eine fünffache Anordnung erfahren, je nachdem man:

1. die Tagewässer durch Gräben, Planirung oder Drainirung ableitet;

2. die unterirdischen Wässer durch den natürlichen Lauf auf der Tunnelsohle zu Tage bringt;

3. im einfallenden Vorstollen den Wässern durch stufenförmige Hebung Ausfluss zu Tage verschafft;

4. die Wässer durch Schächte während ihrer Teufung und nach ihrer Vollendung zu Tage hebt; oder

5. den Tunnelbau durch separate, ausserhalb dem Tunnelprofile liegende Parallelstollen entwässert.

Man sieht hieraus, dass das Gebiet der Wasserhaltung bei einem Tunnelbaue ein sehr ausgedehntes ist und auch noch dadurch einen wissenschaftlichen Zuwachs erhält, dass die theoretischen Betrachtungen über das bei einem Tunnelbaue zu e r w a r t e n d e Wasserquantum noch hinzutreten.

Dieses hier skizzirte Gebiet hatte auf der Ausstellung in denjenigen Rahmen, welche für die Meteorologie, für die Entwässerung in der Landwirthschaft, für die Wasserhebung in der Hauswirthschaft uud endlich für die Wasserhaltung in Bergwerken gezogen waren, eine ungemein ausgedehnte Fülle von Vertretung und Anwendung.

Diese Ausstellungsobjecte hier zu erwähnen, erscheint nicht als die richtige Aufgabe; wir beschränken uns vielmehr, die auf der Ausstellung diesfalls gewonnenen Anregungen in den Erfahrungssätzen zusammenzufassen, dass der Fortschritt auf dem Gebiete der Wasserlosung in der Tunnelbaukunst:

1. ein grosses Augenmerk auf die Ableitung der Tagewasser erheischt;

2. dass er in wasserreichen Tunnelbauten den Vortrieb eines Sohlenstollens verlangt;

3. dass die Herausschaffung der Wässer aus einfallenden Strecken (entlang dem Bahngefälle) auf weite Entfernungen hin sehr

vortheilhaft entweder mit Saugsätzen oder mit zuhebenden Centrifugalpumpen erfolgen kann;

4. dass sich die Hebung der Wässer durch Schächte ungemein vortheilhaft durch unterirdische Maschinen, welche das Gestänge ersparen, erzielen lässt; und

5. dass in vereinzelten Fällen die Entwässerung des Tunnelgebietes durch eigens dafür bestimmte und ausser dem Tunnelprofile liegende Wasserstollen empfehlenswerth erscheint, wie dies unter Anderem bei dem Tunnelbaue zu Grammont der Fall war, welchen der Ingenieur Bouqueau auf der Weltausstellung Paris 1867 durch ein Modell zur Anschauung gebracht hatte.


Am markantesten waren aus diesen Erfahrungssätzen die ad 3 und 4 erwähnten zu Wien 1873 insoferne vertreten, als die zahlreich ausgestellten Centrifugalpumpen und dessgleichen die unterirdischen Wasserhaltungsmaschinen schöne Vorwürfe zu Studien abgaben.

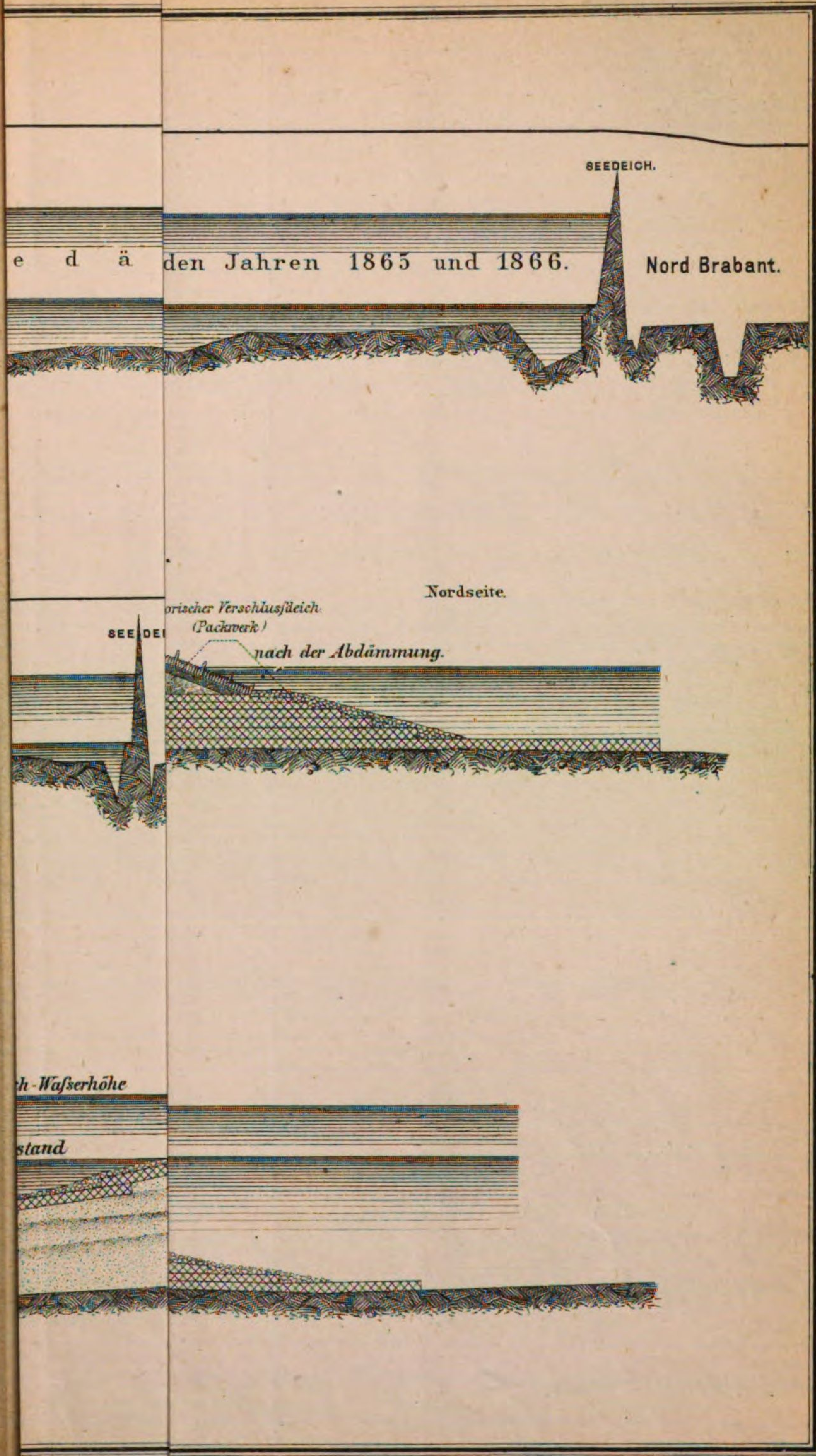
Es muss nämlich:

1. die Disposition der Zuhebung der Wässer in stark einfallenden Strecken durch Centrifugalpumpen, welche mittelst Drahtseilbetrieb in Bewegung gesetzt werden können, als eine zukunftsreiche bezeichnet; und

2. darauf hingewiesen werden, dass der Erfolg der unterirdischen Wasserhaltungsmaschinen, welcher durch Decker in Cannstadt und Tangye Brothers & Comp. in Birmingham, Letztere vermöge der Anwendung des Princips von Cameron, ganz wesentlich gefördert worden ist, sich für Tunnelbauten hervorragend empfiehlt, weil durch die Ersparung des Gestänges eine Einfachheit in der Anlage erreicht wird, welche für interimistische Wasserhaltung allein schon wegen der geringeren Anlagekosten Ausschlag gebend ist.

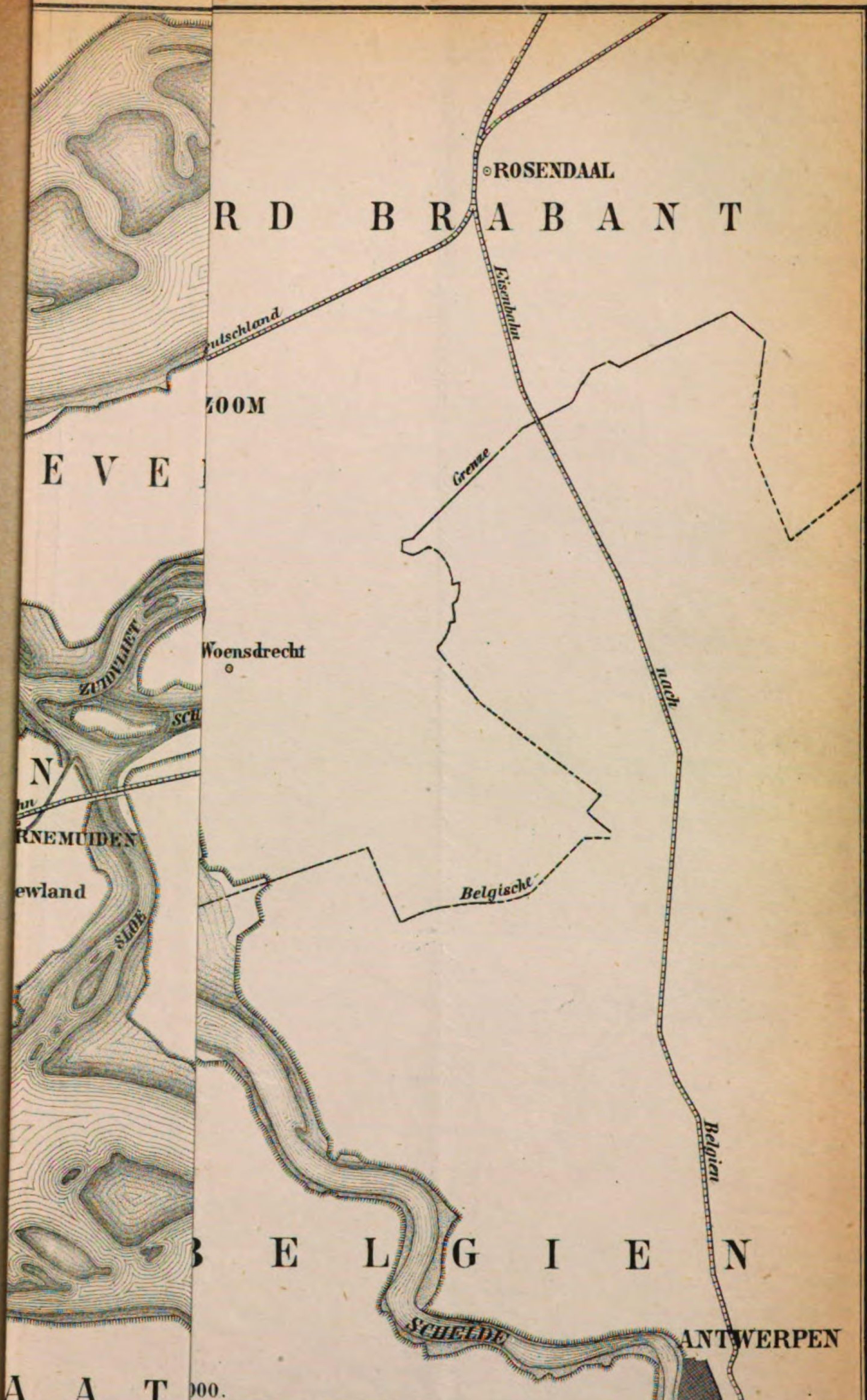
Tafel I.


Normalprofile
für
te Strecke
Stationen.
Schienen höhe
Normalprofile der proj. Eisenbahn
Huelva-a-la-Frontera de Portugal.
vellenhöhe
H.W.
ser-Mittelwasser.
Alföldbahn)
Rampenfuss.



k. k. Hof u. Staatsdruckerei.

Tafel IV.

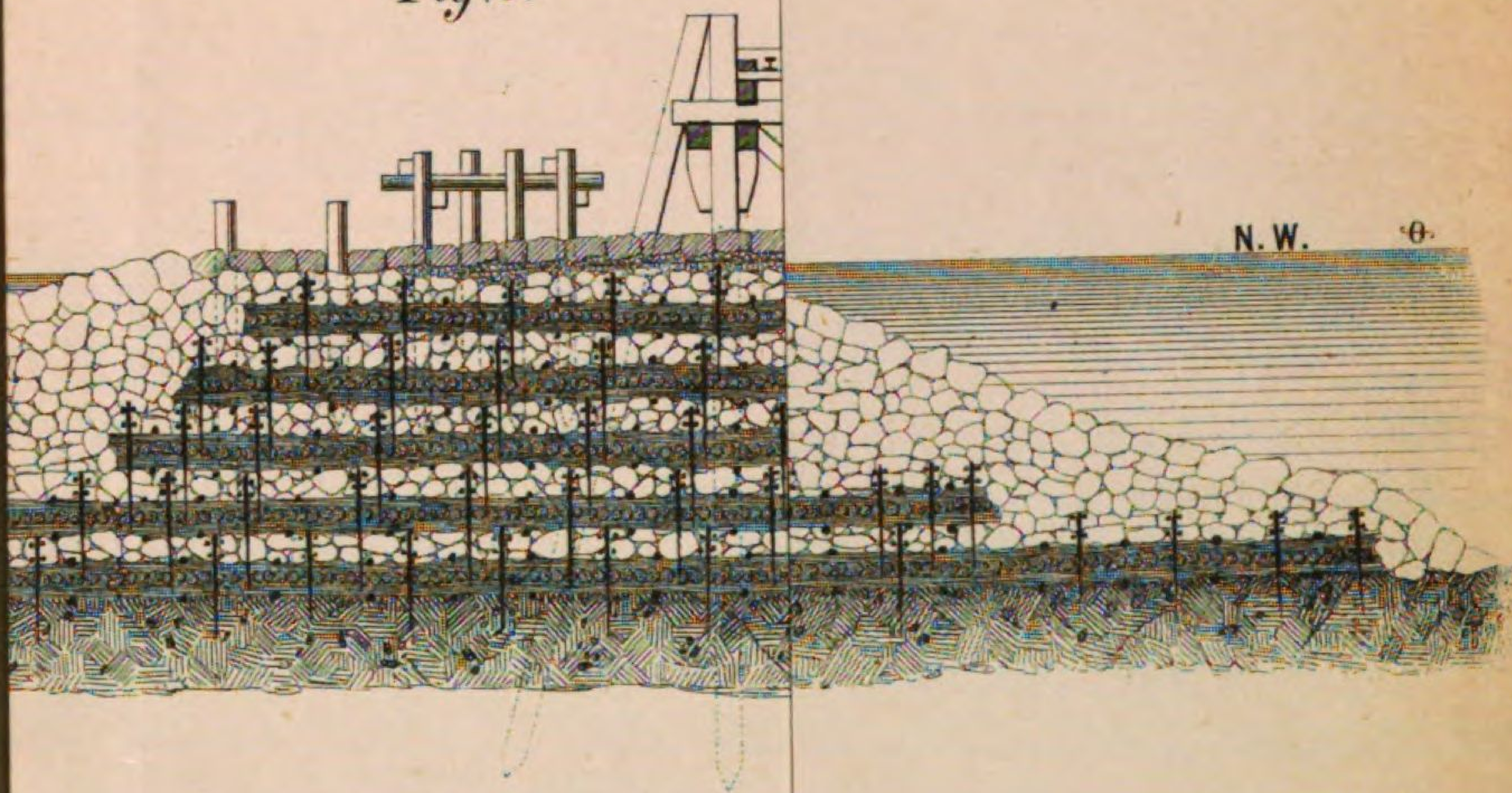


k.k. Hof u. Staatsdruckerei.

ee.

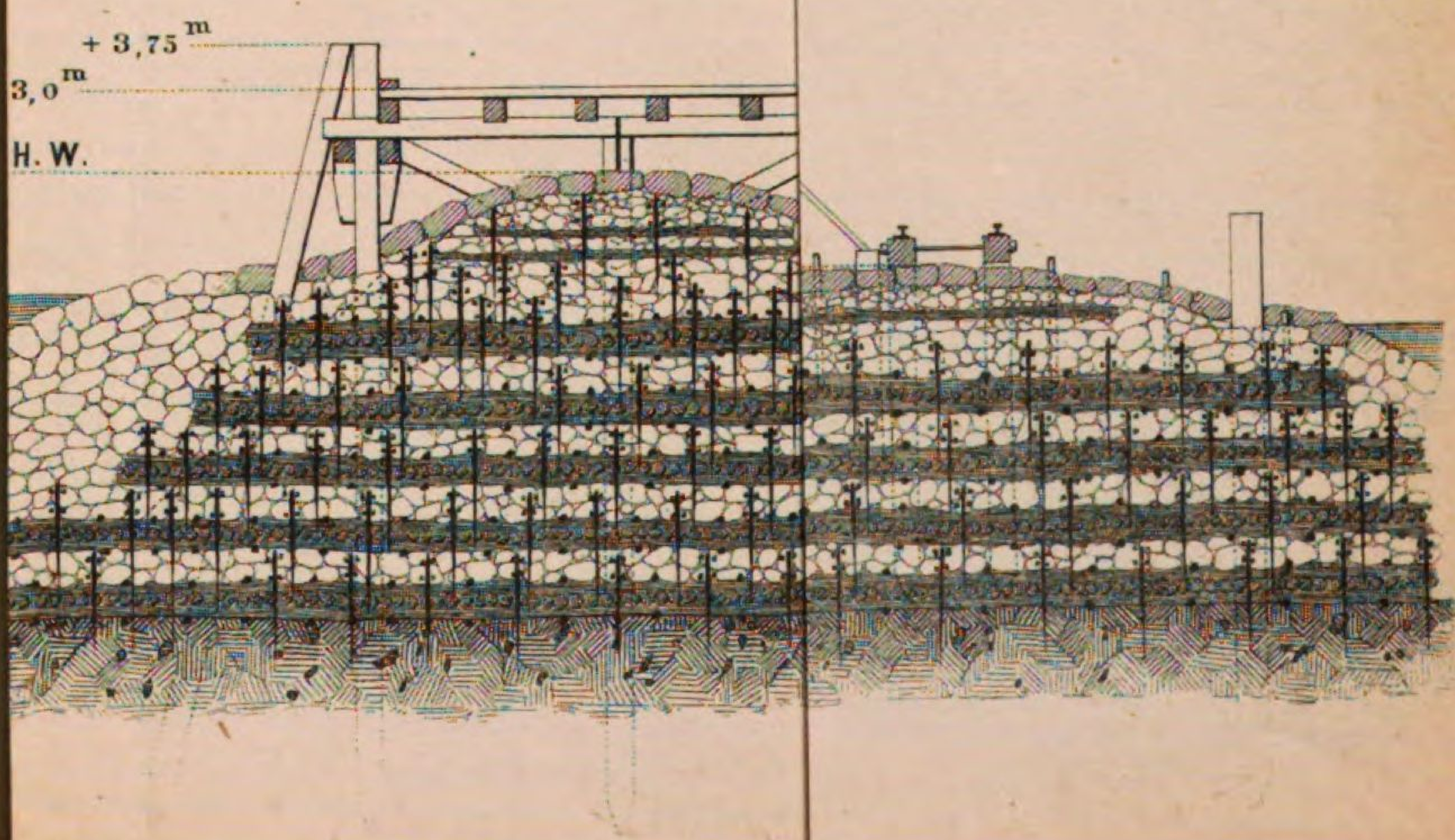
Querschnitt

Fig. 5.



Querschnitt durch den südl: Damm. nvollendeten Damm.

Maassstab 1:200.



Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Ržiha, Franz <<von>>

Eisenbahn-Unter- und Oberbau (Gruppe XVIII, Section 2) : Bericht

Bd.: 1. Band

Wien (1876)

A.hydr. 5012 q-1
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11330444-6